

الفصل الاول

تطور المفهوم الذري

نظرية دالتون / (احد بنودها)

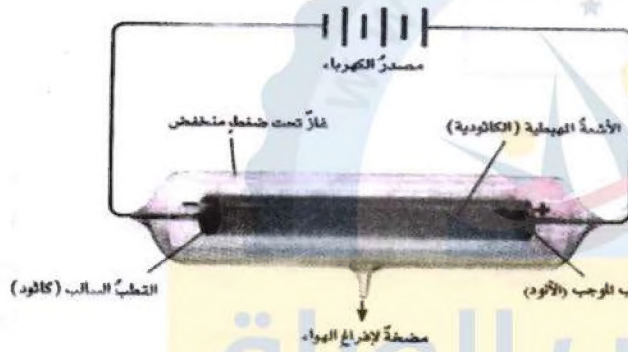
تتكون المادة من دقائق صغيرة غير قابلة للانقسام او التجزئة تدعى الذرات

س/ ما الذي اثبت ان الذرات تتكون من دقائق اصغر (الذرة قابلة للتجزئة) على عكس ما توقع دالتون ؟

ج/ اثبت ذلك تجارب التفريغ الكهربائي خلال الغازات وظاهرة التشعاع الاشعاعي

س/ صف نموذج لانبوب التفريغ الكهربائي مع الرسم ؟

ج/ انبوبة التفريغ الكهربائي :



انبوبة زجاجية مفرغة من الهواء تحتوي على غاز الهيدروجين تحت ضغط منخفض ومزودة بحاجز كاشف مغلف بمادة كبريتيد الخارصين وقرب الكاثود لوح معدني به شق ضيق وترتبط الانبوبة (عن طريق قطبيها الموجب (الأنود) والسالب (الكاثود) بمصدر عالي للتيار الكهربائي.

س/ اشرح اكتشاف الالكترون ؟ موضحا كيف تتأثر الاشعة الكاثودية بالاقطاب المغناطيسية والصفائح الكهربائية ؟

ج/ عند تزويد انبوبة تفريغ كهربائي تحتوي على غاز الهيدروجين

تحت ضغط منخفض بحاجز كاشف مغلف بكبريتيد الخارصين (مادة متفلورة) وكذلك بلوح معدني قرب الكاثود به شق ضيق

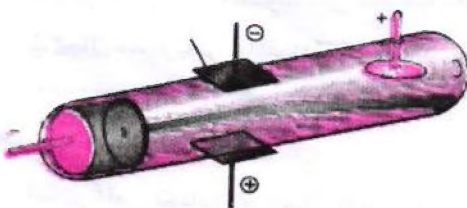
مستطيل وترتبط الانبوبة بمصدر عالي للتيار الكهربائي ، وعند امرار التيار الكهربائي نرى خطا مضيئا عبر الحاجز نتيجة انبثاق حزما او اشعة كهربائية من الكاثود (الاشعة الكاثودية) وتتحوّل ناحية الأنود ويوقف اللوح المعدني اغلبها ولكن الشق الضيق الموجود في اللوح يسمح بمرور قسم من هذه

الاشعة من خلاله والتي ترتطم بالحاجز فتنتج خطا مضيئا.

وعند تقريب قطب باحث عن الشمال (S) لمغناطيس من ناحية جانب الانبوب فان الخط المضيء يتقوس الى الاسفل ، اما اذا قرب قطب باحث عن الجنوب (N) فان الخط المضيء يتقوس الى الاعلى ويدل اتجاه الانحراف على ان اشعة الكاثود (سيل من الالكترونات) مشحونة بشحنة كهربائية سالبة. ويمكن ايضا معرفة شحنة اشعة الكاثود بوضع صفائح مشحونة كهربائيا فوق الحاجز وتحتته فالخط المضيء يتقوس ناحية الصفيحة الموجبة لان الشحنات المتضادة (المختلفة) يجذب بعضها بعضا. ولهذه الاشعة كتلة ايضا سميت فيما بعد الدقائق المكونة للاشعة (بالالكترونات)



صفائح كهربائية



ملاحظة ① / عند دراسة غازات مختلفة وجدان الجسيمات (الالكترونات) التي تؤلف الخط المضيء في انبوب التفريغ ذات شحنة سالبة قيمتها واحدة وكتلتها واحدة.

ملاحظة ② / عند وضع كبريتيد الخارصين بين قطبي انبوب التفريغ الكهربائي (القطب الموجب والقطب السالب) وسريان الكهربائية فيه فانها تطلق ضوءاً حاداً لأنها متفلورة تطلق ومضات ضوئية عند سقوط الضوء عليها **التفريغ الكهربائي /** هي عملية امرار تيار كهربائي ذي جهد عالي بين قطبين في انبوبة مفرغة من الهواء تحتوي على غاز الهيدروجين تحت ضغط منخفض لتوليد الاشعة الكاثودية.

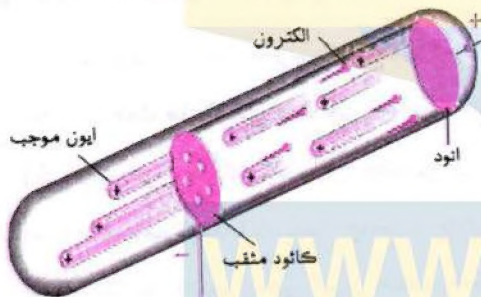
الاشعة الكاثودية/ حزمة الجسيمات (الالكترونات) تنبثق من الكاثود وتتجه نحو الانود عند امرار تيار كهربائي في انبوبة التفريغ الكهربائي تحتوي على غاز الهيدروجين تحت ضغط منخفض وتتأثر بالمجالين الكهربائي والمغناطيسي ولها شحنة سالبة وكتلة.

تمرين (1-1)

ما هي اهم خواص الاشعة الكاثودية ؟

- ج/ (1) تسير بخطوط مستقيمة منبعثة من القطب السالب باتجاه القطب الموجب.
- (2) تتكون من دقائق مادية ذات كتلة متناهية في الصغر وتسير بسرعة كبيرة.
- (3) تتأثر بالمجال الكهربائي وتنجذب نحو القطب الموجب مما يدل على انها ذات شحنة سالبة.
- (4) تتأثر بالمجال المغناطيسي
- (5) تؤين الوسط الذي تمر فيه.

س/ ما هي انبوبة جولدشتاين ؟



ج/ وهي انبوبة تفريغ كهربائية تحتوي على غاز يوجد فيها القطب الموجب (الانود) نحو اليمين والقطب السالب (الكاثود) نحو اليسار والذي يتكون من قطعة من المعدن محفور فيه ثقب، ويمكن وضع حاجز كاشف على الانبوبة على يسار الكاثود ومن خلالها اكتشف جولدشتاين الجسيمات الموجبة والتي سميت فيما بعد **بالبروتونات**.

س/ وضح كيف تم اكتشاف البروتون باستخدام انبوبة جولدشتاين (عام 1886) ؟

ج/ عند امرار تيار كهربائي في انبوبة جولدشتاين تنجذب (تنتقل) الالكترونات المنبعثة من الكاثود نحو الانود حيث تصطدم بعض هذه الالكترونات بالذرات المتعادلة للغاز واذا كان للالكترونات طاقة كافية فانه يمكنها طرد الالكترونات الأخرى للذرات المتعادلة بعيداً عن الذرات المتعادلة فيتخلف عن هذا الطرد للالكترونات السالبة جسيمات موجبة متبقية في هذا المكان يلتقط اغلبها الالكترونات وتصبح متعادلة وقسم قليل من هذه الجسيمات الموجبة (اشعة القنأه) تنزلق من خلال الثقوب الى منطقة خلف الكاثود (لذا تسمى باشعة القنأه) مكونة حزمة من الجسيمات الموجبة تتأثر بالمجال الكهربائي والمغناطيسي وعند ارتطامها بالحاجز الكاشف يتكون خط مضيء.

س/ كيف تتأثر البروتونات (الجسيمات الموجبة) بالمجالين الكهربائي والمغناطيسي ؟

ج/ تتأثر البروتونات في المجال الكهربائي حيث تنحرف باتجاه الصفيحة ذات الشحنة السالبة. وبالمجال المغناطيسي تنحرف باتجاه القطب الباحث عن الشمال (S) نحو الأعلى والقطب الباحث عن الجنوب (N) يتقوس الخط نحو الأسفل.

اشعة القناة (الجسيمات الموجبة) / حزمة من الجسيمات الموجبة الشحنة تنبثق (بعد تكونها نتيجة طرد الالكترونات من ذرات الغاز المتعادلة) من خلال الثقب في الكاثود الى منطقة خلف الكاثود، وتتأثر بالمجالين الكهربائي والمغناطيسي وكتلتها تعتمد على نوع الغاز المستخدم في أنبوبة التفريغ الكهربائي.

س/ ما خواص أشعة القناة ؟ 2 - اسئلة الفصل

- ج/ (1) تنجذب نحو القطب السالب مما يؤكد ان لها شحنة موجبة .
 (2) لها كتلة وسرعة مما يدل على انها دقائق مادية وتكون كتلتها عادة اقل من كتلة الالكترون وكتلتها تعتمد على نوع الغاز الموجود في انبوبة التفريغ الكهربائي
 (3) تتأثر بالمجالين الكهربائي والمغناطيسي.

س/ اشرح تجربة ثومسون (عام 1897) لايجاد نسبة شحنة الالكترون الى كتلته ؟

ج/ استخدم ثومسون انبوب الاشعة الكاثودية ومستعينا بخواص هذه الاشعة ، وجد ان هذه الاشعة تنحرف عن مسارها المستقيم تحت تاثير المجال المغناطيسي ولكنها تعود الى مسارها الاصلي عند تسليط مجال كهربائي مساوي في شدته للمجال المغناطيسي باتجاه عمودي على اتجاه المجال المغناطيسي ، ومن معرفة شدة المجالين الكهربائي والمغناطيسي امكن حساب نسبة الشحنة الى الكتلة الخاصة بالجسيمات. وتبين ثومسون ان هذه النسب ثابتة لا تتغير بغض النظر عن الفلز الذي استخدم لصنع الكاثود او طبيعة الغاز المستخدم داخل انبوبة الاشعة الكاثودية .

وقد وجد ان قيمة نسبة $\frac{\text{شحنة الالكترون}}{\text{كتلته}} = (1.76 \times 10^{11} \text{ C/Kg})$ معناها (كولوم \ كيلوغرام)

س/ اشرح تجربة مليكان (عام 1909) لتحديد شحنة الالكترون واهميتها في ايجاد كتلة الالكترون ؟ 7 - اسئلة الفصل

أوس/ تكلم عن تجربة مليكان وما اهمية ما توصل اليه ؟

ج/ استخدم مليكان نموذجاً حيث وضع قطرات زيتية صغيرة مشحونة بشحنة سالبة بين قطبين كهربائيين، القطب الموجب في الاعلى يحاول ان يجذب القطرات الزيتية المشحونة بالشحنة السالبة بعكس قوة جذب الارض لها وفي نفس الوقت تميل القطرات الى النزول الى الاسفل بفعل قوة الجذب الارضي . وعند استقرار القطرات في حالة السكون بين القطبين ومن معرفة نصف قطرها وكثافتها وشدة المجال الكهربائي تمكن مليكان من حساب الشحنة المحمولة على هذه القطرات ووجدتها تساوي $(1.6 \times 10^{-19} \text{ كولوم})$ او احدى مضاعفاتها البسيطة (لان القطرات يمكن ان تشحن باكثر من شحنة سالبة واحدة)، أي ان شحنة الالكترون تساوي $(1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$.

اهمية اكتشافه وباستعمال قيمة شحنة الالكترون التي اوجدتها مليكان وقيمة نسبة شحنة الالكترون الى كتلته

التي اوجدتها ثومسون $(1.76 \times 10^{11} \text{ C/Kg})$ امكن حساب كتلة الالكترون والتي تساوي

$$(9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg})$$

شحنة الالكترون التي اوجدتها مليكان

نسبة شحنة الالكترون الى كتلته التي اوجدتها ثومسون

$$\frac{1.6 \times 10^{-19} \text{ C}}{1.76 \times 10^{11} \text{ C/Kg}} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg} = 9.1 \times 10^{-28} \text{ g}$$

كتلة الالكترون =

كتلة الالكترون =

اكتشاف النواة / • اقترح ثومسون للذرة: هي منطقة كروية موجبة الشحنة مغمورة فيها الالكترونات السالبة (مثل قطعة من الكيك مملوءة بالزبيب) ولا بد ان يكون الجزء الاكبر من كتلة الذرة مرتبطاً بالمنطقة الكروية الموجبة الشحنة.

• طبقا لنموذج ثومسون يتكون المعدن من ذرات على هيئة كرات موجبة الشحنة تحتوي على الالكترونات سالبة.

علل / حسب نموذج ثومسون فان دقائق الفا سوف تنفذ من خلال شرائح المعدن على هيئة خط مستقيم ؟

ج / لان الشحنة الموجبة والكتلة موزعتين بالتساوي في كل مكان من المعدن وان دقائق الفا على درجة عالية جدا من الطاقة وبالتالي فهناك فرصة ضئيلة للانحراف عن مسارها الاصلي.

س / كيف اكتشف رذرفورد نواة الذرة (عام 1910) وما العلاقة بين حجم الذرة ونواتها ؟ 8 - اسئلة الفصل

ج / عندما تفحص رذرفورد تشتت دقائق الفا بواسطة شرائح رقيقة من المعدن وكما هو متوقع فان 99% من دقائق الفا اخترقت الشريحة على هيئة خط مستقيم كما هو متوقع ولكن بعضها انحرف بحدو وانعكس عدد قليل منها على طول مسارها (وهذا مخالف للتوقعات حسب نموذج ثومسون للذرة). (يراجع شكل 1-7 ص 13 في الكتاب) وقد فسر رذرفورد هذه الانحرافات بان الشحنة الموجبة والكتلة في شريحة الفلز متمركزة في منطقة صغيرة جدا في الذرة سماها بالنواة قطر نواة الذرة $= 10^{-13} \text{ cm}$ (قطر الذرة 10^{-8} cm) أي ان العلاقة بين حجم (قطر) الذرة ونواتها ان حجم الذرة اكبر من حجم النواة بـ 100000 مرة.

ملاحظة / ان الانحرافات التي حصلت في تجربة رذرفورد مخالفة للتوقعات حسب نموذج ثومسون للذرة وهي نفاذ دقائق الفا من خلال شرائح المعدن على هيئة خط مستقيم وبالتالي لم يستطيع نموذج ثومسون تفسير هذه الانحرافات.

فرضيات رذرفورد للذرة /

- (1) ان الذرة لها نواة او مركز تتمركز فيها شحنتها الموجبة وكتلتها .
- (2) تدور الالكترونات حول النواة
- (3) حجم النواة صغيرة جدا قياسا الى ذرتها لذا فان معظم حجم الذرة فراغ تشغله الالكترونات .

تمرين (2-1)

لمن ينسب اكتشاف نواة الذرة

ج / للعالم رذرفورد

ملاحظة / تم اكتشاف العدد الذري من الملاحظات العملية التي ابداهها العالم موزلي عام 1913

اكتشاف النيوترون / قام العالم شادويك (1932) بقذف شريحة رقيقة من البريليوم بدقائق الفا فظهرت اشعة تشبه اشعة كاما (عديمة الشحنة) ذات طاقة عالية جدا من شريحة المعدن ، اظهرت التجارب اللاحقة ان هذه الاشعة تمثل النموذج الثالث لمكونات الذرة اطلق عليها شادويك (النيوترون) لان شحنته متعادلة وكتلته تقريبا مساوية لكتلة البروتون.

علل / للذرة شحنة متعادلة ؟

ج / لان عدد البروتونات الموجبة الشحنة في النواة تساوي نفس العدد من الالكترونات السالبة الشحنة الموجودة خارج النواة

س/ املا الفراغات الآتية بما يناسبها :

- (1) تتكون النواة من بروتونات ونيوترونات.
- (2) للبروتون كتلة مقدارها 1.00727 amu (وحدة كتلية ذرية) وشحنة $+1$.
- (3) للنيوترون كتلة مقدارها 1.00866 amu وشحنة مقدارها صفر (0).
- (4) العدد الذري يمثل عدد البروتونات في نواة ذرة أي عنصر ويرمز له بالحرف Z ويعتبر خاصية نووية.
- (5) عدد الكتلة يساوي مجموع عدد البروتونات والنيوترونات في نواة أي عنصر ويرمز له بالحرف A .

❖ فشلت نظرية رذرفورد في تفسير ثبات الالكترونات في حركتها المدارية حول النواة (استقرار الذرة) لاهمالها التجاذب الحاصل بين الالكترونات والنواة حيث يفقد الالكترون طاقة عند حركته مسببة بطء في حركته مما يؤدي الى انجذابه نحو النواة تدريجيا في مسار حلزوني مقتربا منها الى ان يسقط داخلها وفي مساره الحلزوني هذا يعطي طاقة باستمرار بشكل طيف مستمر اشبه ما يكون بطيف الاشعة الشمسية وهذا لا يحدث لان الذرات مستقرة في بنائها الذري.

الاشعاع الكهرومغناطيسي / تعبير يستخدم للتعرف على الانواع المختلفة من الاشعاع ويشترك بصفات متشابهة كانتقاله في الفراغ بسرعة واحدة (وهي سرعة الضوء $3 \times 10^8 \text{ m/s}$) ولكل نوع من الاشعاع له صفة موجية او (تردد خاص به) وامواجها تشبه تلك التي تتشكل فوق سطح الماء الذي القى فيه حجر، وايضا له صفة دقائقية.

س/ ما المقصود بتردد الموجة ؟ وما وحدات التردد.

12- اسئلة الفصل

ثم اذكر العلاقة الرياضية بين التردد والطول الموجي ؟

ج/ **تردد الموجة** : عدد الامواج المنتظمة والكاملة التي تتكرر في الثانية عندما يمر الاشعاع بنقطة محددة في الفضاء ويعبر عنه بعدد الدورات في الثانية الواحدة C/s والتي يصطلح على تسميتها بالهيرتز. والعلاقة بين الطول الموجي والتردد عكسية فاذا كان طول الموجة صغيرا كان ترددها عالي كما ان العكس صحيح. يرتبط طول الموجة بترددتها بالعلاقة الآتية :

$$v = \frac{c}{\lambda} \quad \text{حيث } c : \text{سرعة الضوء بوحدة } \frac{\text{متر}}{\text{ثانية}} \text{ وتساوي } (3 \times 10^8 \text{ m/s})$$

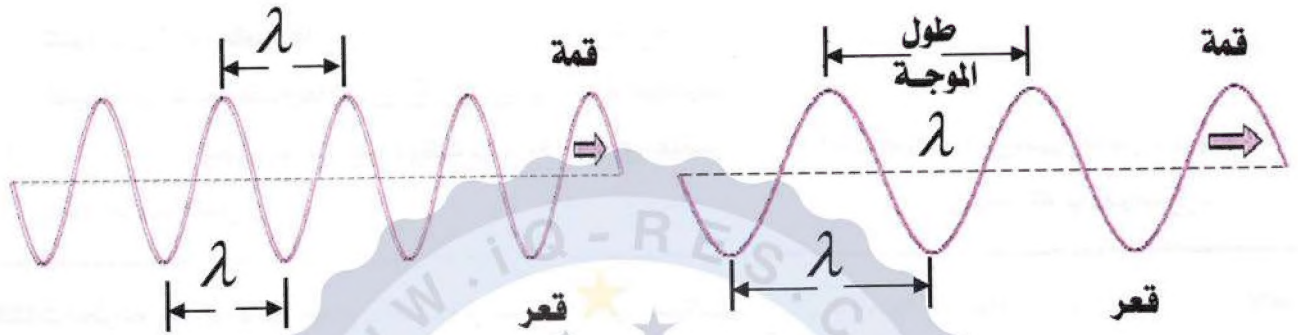
v (نيو) : تردد الموجة بوحدة $1/s$ او s^{-1} (ثا⁻¹).

λ (لامدا) : طول الموجة بوحدة المتر (m)

س/ ماذا نعني بطول الموجة ؟ 18- ب- اسئلة الفصل

ج/ المسافة التي تفصل بين قمتين (او قعرين) موجيتين متعاقبتين ويرمز لها بالرمز λ ووحداتها الاساسية هي المتر (m) واجزاءه.

ملاحظة/ اذا كانت الامواج صغيرة (طول الموجة صغير) كان ترددها عالي ، واذا كانت الامواج كبيرة كان ترددها واطيء (علاقة عكسية بين طول الموجة وترددها).



النظرية الموجية للاشعاع الكهرومغناطيسي / ان الاشعاع الكهرومغناطيسي متكون من امواج وتتنصف هذه الامواج بطولها وترددها وسرعتها في الاوساط المختلفة.

النظرية الكمية لبلاك / تفترض ان الاجسام الساخنة تبعث طاقة (اشعة كهرومغناطيسية) بكميات محددة صغيرة تدعى كمات (مضردها الكم).

الكم (الكوانتم) / وهو وحدة الطاقة وهو الكمية الادنى من الطاقة التي يمكن ان يفقدها او يكتسبها الجسم. وتتم عملية فقد الطاقة او اكتسابها على شكل دفعات او دفقات من الطاقة وليس بشكل مستمر. ومقدار الطاقة المفقودة او المكتسبة هي مضاعف صحيح لهذا الكم.

ملاحظة ① / يتوقف مقدار الكم على تردد الاشعاع.

ملاحظة ② / علاقة بلاك لايجاد الطاقة هي

$$E = h \cdot V \quad \text{حيث } E: \text{ الطاقة (طاقة بلاك) بوحدات الجول (J)}$$

h : ثابت بلاك بوحدات (J.s) وقيمته $(6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s})$

V : تردد الاشعاع بوحدة s^{-1}

س/ اشرح ظاهرة التأثير الكهروضوئي وبين تفسير اينشتاين لهذه الظاهرة وماذا اضى هذا التفسير

على طبيعة الضوء ؟ -4 اسئلة الفصل

ج/ ظاهرة التأثير الكهروضوئي، هي ظاهرة انبعاث الالكترونات من على سطح فلز عندما يوجه اليه الضوء . ان انبعاث الالكترونات يعتمد على تردد الضوء المسلط أي طاقته وتبدأ عملية الانبعاث بتردد معين لكل فلز اما اذا كان تردد الاشعاع (الضوء المسلط) الذي يرتطم بسطح المعدن منخفضا (اقل من هذا التردد المعين) لا نلاحظ انبعاث الالكترونات ، اما قبل ذلك فهما زيدت شدة الاشعاع للتردد المنخفض فان المعدن لا يتاثر . واذا تجاوز تردد الاشعاع تلك القيمة الدنيا للانبعاث لا يزداد عدد الالكترونات المنبعثة ولكن تزداد الطاقة التي يحملها الالكترونات المنبعثة. واستخدم اينشتاين معادلة بلاك لحساب طاقة الكم الضوئية التي سماها الفوتونات (مضردها فوتون). واضفى تفسير اينشتاين لهذه الظاهرة ان للضوء (صفة الدقائنية) الى جانب الصفة الموجية لها.

ملاحظة / يعتبر تفسير اينشتاين لظاهرة التأثير الكهروضوئي اول تطبيق هام لنظرية الكم.

تمرين (3-1)

ما هو الفوتون ؟

ج/ جسيم من الاشعاع الكهرومغناطيسي له طبيعة مزدوجة دقائقية وموجية وله كتلة تساوي صفر لكنه يحمل كمًا من الطاقة تعتمد على تردد موجته الكهرومغناطيسية وتمتاز طاقة الفوتون بالتردد الأدنى اللازم لانبعاث الالكترونات بالتغلب على طاقة ارتباطها في الذرة.

الضوء/ وهو احد صور الطاقة الكهرومغناطيسية ويكون ذو صفة موجية ودقائقية.

الطبيعة الدقائقية (المادية) للاشعاع الكهرومغناطيسي (نظرية الكم) / الاشعاع الكهرومغناطيسي هو سيل من فوتونات (طاقة كمية) تنتقل في الفراغ ، تعتمد طاقتها على تردد الموجة الكهرومغناطيسية (الاشعاع)

طيف الانبعاث المستمر/ مجموعة الالوان المتحللة لضوء الشمس والتي تبدأ من اللون البنفسجي وتنتهي باللون الاحمر وتكون مستمرة أي متصلة مع بعضها

طيف الانبعاث الخطي/ مجموعة الالوان المتحللة لذرات عنصر نقي في الحالة الغازية مثار (متوهج) وتكون الوانه منفصلة أي يفصل كل لون عن لون مسافات معتمة كبيرة نسبيا ويكون لكل عنصر طيف (اشعاع) خطي يميزه عن غيره من العناصر ، حيث ان الاشعة المنبعثة من الذرة تنبعث بطاقات محددة فقط (طاقة الكم).

تمرين (4-1)

ان قوس قزح هو سلسلة من الالوان؟ ناقش هل تعتبر هذه السلسلة من طيف الانبعاث المستمر أم الخطي ؟

ج/ تعتبر الالوان الناتجة من قوس قزح هي سلسلة من طيف الانبعاث المستمر في المنطقة المرئية من الاشعاع الكهرومغناطيسي حيث تكون الخطوط الضوئية (مجموعة الالوان) متصلة مع بعضها لا تفصلها مسافات معتمة.

طيف الانبعاث الخطي للهيدروجين

- تدعي النظرية الكلاسيكية ان ذرة الهيدروجين يمكن ان تستثار باي كمية من الطاقة تتلقاها ، لذلك توقع العلماء انبعاث سلسلة من طيف مستمر.
- لكن ذرة الهيدروجين تطلق فقط ترددات محدودة من الضوء (طيف انبعاث خطي) وان فرق الطاقة بين مستويات طاقة الذرة هو فرق محدد اي ان الكترون ذرة الهيدروجين الوحيد موجود في مستويات ذات طاقة محدودة جدا
- **المستوى المستقر للذرة:** وهو ادنى مستوى في طاقة الذرة.

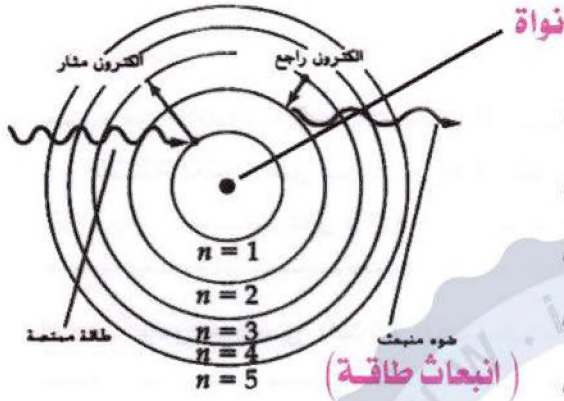
تمرين (6-1)

ماذا يقصد بالحالة المثارة للذرة ؟ وماذا يحدث للالكترون خلالها ؟

ج/ **الحالة المثارة للذرة:** وهي انتقال الذرة من الوضع الأدنى طاقة (المستوى المستقر) الى وضع اكثر طاقة بسبب اكتسابها طاقة حيث ينتقل الالكترون في المدار الطاقي الخارجي (الالكترون تكافؤ) خلال الحالة المثارة الى مستوى من الطاقة اعلى من المستوى الذي كان يشغله نتيجة اكتسابه (كم) من الطاقة يساوي الفرق بين طاقة المستويين

س/ كيف يحصل الانتقال للالكترون من مستوى اقل طاقة

الى مستوى اعلى طاقة وبالعكس ؟



ج/ يحصل انتقال الكترون من مستوى اقل طاقة (اقرب الى النواة)

الى مستوى اعلى طاقة (ابعد عن النواة) عند امتصاص الالكترون (الذرة) للطاقة بشكل اشعة كهرومغناطيسية وعند عود الذرة من

حالة الاستثارة الى المستوى المستقر ينتقل الالكترون من مستوى اعلى طاقة الى مستوى اقل طاقة فيحصل انبعاث للطاقة في شكل

اشعة كهرومغناطيسية (فوتون) وتكون طاقة الفوتون مساوية للفرق بين مستوى الطاقة الاول والثاني.

انتقال الكترون من مستوى اقل طاقة الى مستوى اعلى طاقة وبالعكس.

نظرية بور لذرة الهيدروجين

- استخدم العالم بور افكار بلانك واينشتاين في نظريته التي تمكن بها من حساب (طاقة الالكترون) في ذرة الهيدروجين. وقد اعتمد على حقيقتين اولهما ان الذرات لا تنهار وثانيهما ان انبعاث الضوء من الذرة يتم بتردد معين. وهذا يعني ان الالكترون يوجد في مناطق ذات طاقة محددة ولا يمكن ان يوجد بينهما (اي لا توجد مستويات فرعية) لانه مجبر على مستويات طاقة محددة في الذرة.

فرضيات نظرية بور

① يدور الالكترون في مدار ثابت (ذي قطر محدد) وطاقة محددة ولا يشع

طاقة نتيجة لدورانه هذا.

② تنبعث الطاقة عن الذرة في حالة واحدة وهي انتقال الالكترون من مدار محدد

ذي طاقة اعلى الى مدار اقل طاقة.

ملاحظة / نجحت نظرية بور في تفسير الطيف الذري للهيدروجين والاطياف الذرية للأنظمة التي فيها الكترون

واحد مثل (He^+ و Li^{+2})

تمرين (5-1)

لماذا فشلت نظرية بور ؟

ج/ فشلت نظرية بور لانها لم تستطيع تفسير الاطياف الذرية الناتجة عن الذرات التي تحتوي على اكثر من الكترون في مدارها الاخير.

ملاحظة / لان باقي الذرات (غير الهيدروجين) تحتوي على عدد من الالكترونات اكثر لذلك فان الاطياف الذرية

لهذه العناصر اكثر تعقيدا من الطيف الذري للهيدروجين أي ان مستويات الطاقة لها اكثر تعقيدا وان

هناك مستويات فرعية من الطاقة (لم يفترضها بور) تبدأ من المستوى الثاني. لذلك بدء التفكير في

نظرية اكثر شمولية من نظرية بور.

س/ اشتق العلاقة الرياضية لطبيعة الالكترون الثنائية (الموجية والدقائقية) ؟ **صيغة ثانية للسؤال**

س/ اشتق العلاقة الرياضية ($\lambda = \frac{h}{p}$) بالاستناد الى معادلتى بلانك واينشتاين ؟ **10 - اسئلة الفصل**

- ج/
- معادلة اينشتاين (1) ----- $E = mc^2$
- معادلة بلانك (2) ----- $E = hV$
- بما ان معادلة (1) و (2) متساويتان (3) ----- $hV = mc^2$
- وحيث ان $V = \frac{c}{\lambda}$ وبتعويضها في معادلة (3) نحصل على (4) ----- $mc^2 = h \frac{c}{\lambda}$
- وبحذف قيمة C واحد من الطرفين في المعادلة (4) تصبح المعادلة (5) ----- $mc = \frac{h}{\lambda}$
- وبترتيب معادلة (5) نحصل على (6) ----- $\lambda = \frac{h}{mc}$
- وبما ان الزخم = الكتلة × السرعة ويعرف بالعلاقة ($mc = p$) تصبح المعادلة النهائية كالآتي : (7) ----- $\lambda = \frac{h}{p}$

ملاحظة / استنادا الى هذا الاشتقاق فان السيل الالكتروني المتحرك يشبه الفوتونات المكونة للاشعة. اي ان للالكترون الطبيعة الثنائية (الموجية اضافة الى الدقائقية) وهذا ما اقترحه دي برولي (عام 1924)

الميكانيكا الموجية

افتراض شرودنكر (1936) / يفترض تحرك سلسلة من الامواج ضمن المدار المستقر الثابت الذي يوجد فيه الالكترون (السلوك الموجي للالكترون) وان محيط المدار يجب ان يساوي عددا مضاعفا بسيطا لطول موجة الالكترون (أي وجود الالكترون ضمن حدود موجية).

علم الميكانيكا الموجية (ميكانيكا الكم) / يصف حركة الالكترون بدلالة الدالة الموجية والتي يطلق عليها (الاوربتال) ، **وتعتمد** حركة الالكترون على الطاقة الكلية للالكترون وطاقته الكامنة واحداثيات موقعه (z, y, x) وطبيعة سلوك الالكترون الموجية هذه لا يمكننا من تحديد موقع الالكترون وزخمه (كمية تحركه) في الوقت نفسه

مبدأ عدم الدقة (هايزنبرغ) / ينص على (لا يمكن تحديد موقع جسيم (الالكترون) وزخمه بدقة في الوقت ذاته ، فاذا تمكن من قياس احدهما بدقة زاد عدم اليقين في دقة قياس الاخر)

- تحل ميكانيكا الكم معضلة احتمال ايجاد الالكترون في نقط متعددة داخل ذرة (بوصفها الالكترون بانه كما لو كان موجة)
- تظهر الالكترونات خواصا موجية عند بعض الظروف فحزمة الالكترون المتحركة بسرعة تظهر حيودا وهي خاصية مميزة للحركة الموجية.

اعداد الكم / وهي اعداد حقيقية يستفاد منها في معرفة أي الكترون في ذرته . وان حل المعادلة الموجية ومعرفة قيم الدالة الموجية يتطلب تقديم ثلاثة اعداد كم تتعلق بطاقة وموضع الالكترون المحتمل وشكل السحابة الالكترونية ، وعدد كم رابع ، لتفسير جميع الخواص المشاهدة للالكترونات في الذرات.

علل / سمي عدد الكم الرابع بعدد الكم المغزلي ؟

ج/ لان الالكترون يمكن تصويره كما لو كان يغزل (يبرم) حول محوره اثناء تحركه حول النواة، ويوضح هذا العدد اتجاه الغزل.

تمرين (7-1)

كيف استطاعت ميكانيكية الكم من تفسير وجود الالكترون في موقع معين في الذرة ؟

ج/ استطاعت ميكانيكا الكم من تفسير وجود الالكترون في موقع معين في الذرة خارج نواتها بوصفها الالكترون بانه كما لو كان موجة ، وبالتالي توقع وجوده ضمن حيز معين في الفضاء سمي فيما بعد بالاوريبتال.

عدد الكم الرئيسي n / عدد يحدد مستويات الطاقة الالكترونية الرئيسية في الذرة (أي يحدد مقدار بُعد الالكترون عن النواة ومقدار الطاقة للالكترون بمستويات الطاقة) وكلما زادت قيمة n إزدادت طاقة المستوى ومعدل المسافة التي تفصله عن النواة وتحدد قيمته حجم المستوى وتكون قيم n أعداد صحيحة موجبة ($n = 1, 2, 3, \dots$)

عدد الكم الثانوي (الزخم الزاوي) l / يحدد شكل السحابة الالكترونية (شكل الحيز أي نوع الاوريبتال) التي يحتمل وجود الالكترون فيها والنتيجة من حركة الالكترون حول النواة ، ولكل مستوى رئيسي (n) يتكون من واحد او اكثر من المستويات الفرعية (الثانوية) وهي s, p, d, f, \dots

السحابة الالكترونية / هو حيز من الفراغ المحيط بالنواة يحتمل وجود الالكترون فيه.

• يكون عدد المستويات الثانوية في اي مستوى رئيسي مساوي الى عدد الكم الرئيسي (n):

- المستوى الرئيسي الاول $n=1$ يتكون من مستوى ثانوي واحد من الطاقة هو (S)
- المستوى الرئيسي الثاني $n=2$ يحتوي على مستويين ثانويين من الطاقة هما (P و S)
- المستوى الرئيسي الثالث $n=3$ يحتوي ثلاث مستويات طاقة ثانوية هي (S و P و d)
- المستوى الرئيسي الرابع $n=4$ يحتوي اربع مستويات طاقة ثانوية هي (S و P و d و f)

• تقابل كل قيمة من قيم n قيمة محددة لعدد الكم الثانوي (l) وهي الاعداد الصحيحة المبتدئة بالصفر والمنتتية بـ ($n-1$) فاذا كانت

(أ) قيمة $n=1$ فان l سوف تبدأ بالصفر وتنتهي ($1-1$) أي بصفر ، أي هناك قيمة واحدة $l = 0$ صفر

- (ب) قيمة $n=2$ فإن l سوف تبدأ بالصفر وتنتهي (1-2) أي بواحد ، أي هناك قيمتان l هما صفر وواحد (0,1)
- (ج) قيمة $n=3$ فإن $l = 2$ أي هناك ثلاث قيم l هي (0, 1, 2)
- (د) قيمة $n=4$ فإن $l = 3$ أي هناك أربع قيم l هي (0, 1, 2, 3) وهكذا

قيمة l	0	1	2	3	4	5
رموز المستويات الثانوية الدالة عليها	s	p	d	f	g	h

ملاحظة ① / المستويات الثانوية s, p, d, f هي الوحيدة التي تكون مشغولة بالالكترونات في الذرات في وضعها الطبيعي (في مستواها المستقر)

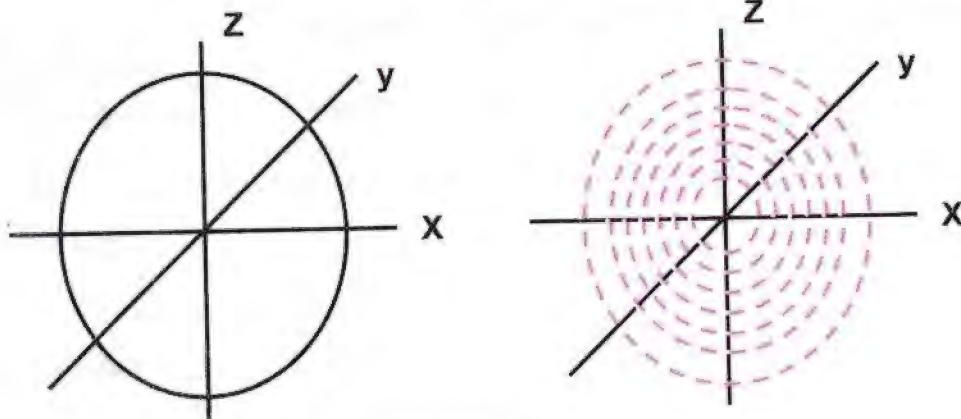
ملاحظة ② / لتحديد المستوى الثانوي في أي مستوى رئيسي بطريقة رمزية تكتب قيمة n للمستوى الرئيسي ثم الحرف المخصص للمستوى الثانوي.

مثال / الرمز $2s$ تمثل المستوى الثانوي s من المستوى الرئيسي الثاني وتكون له قيم $n=2, l=0$

مثال / $3d$ تمثل المستوى الثانوي d من المستوى الرئيسي الثالث وتكون له قيم الكم $(n=3, l=2)$ وهكذا

عدد الكم المغناطيسي m_l / عدد يحدد اتجاه الاوربتال حول النواة ويبين أي اوربتال من اوربيتالات المستوى الثانوي الذي يحتمل وجود الالكترون فيه، حيث لكل مستوى ثانوي اربيتال واحد او اكثر، وقد استخدم هذا العدد في تفسير ظهور خطوط اضافية في طيف الذرة عندما توضع في مجال مغناطيسي

- التوزيع الفراغي لالكترون $s (l=0)$ يكون كرويا متماثلا، أي ان احتمال وجوده يكون متماثلا في جميع الاتجاهات من النواة. ويتكون مستوى s من اوربتال واحد ☐ ويستوعب 2 الكترون

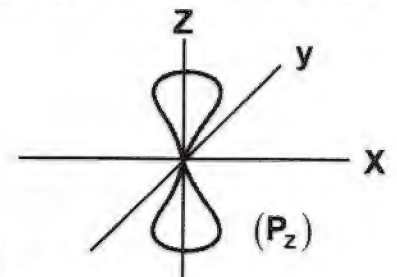
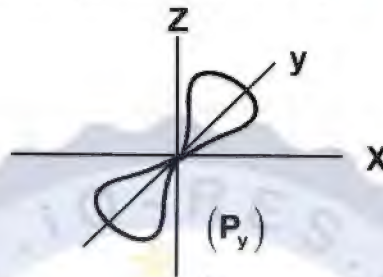
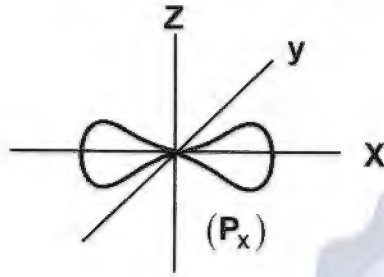


مستوى ثانوي من s

- احتمال التوزيع الفراغي لالكترون P ($\ell = 1$) يكون على هيئة فصين منتشرين منبسطين الى حد ما ، واحد



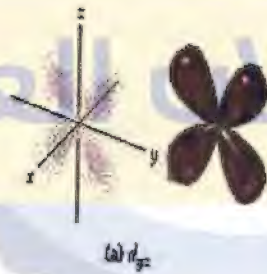
على كل جانب من النواة. ويتكون مستوى P من ثلاث اوربيتالات ويستوعب 6 الكترون



مستويات ثانوية من P

- التوزيع الفراغي لالكترون d ($\ell = 2$) على هيئة اربع فصوص ويتكون مستوى d من خمس اوربيتالات

ويستوعب 10 الكترون



(مستويات ثانوية من d)



- التوزيع الفراغي لالكترون f ($\ell = 3$) اكثر تعقيدا الى حد كبير. ويتكون مستوى f من سبعة اوربيتالات

ويستوعب 14 الكترون



- يقابل كل قيمة من ℓ عدد من قيم عدد الكم المغناطيسي m_ℓ وهي اعداد صحيحة موجبة وسالبة

($+\ell, 0, -\ell$) فعندما :

(أ) $\ell = 0$ فقيمة m_ℓ واحدة وهي صفر (0)

(ب) $\ell = 1$ فان قيم m_ℓ هي (+1, 0, -1)

(ج) $\ell = 2$ فان قيم m_ℓ هي (+2, +1, 0, -1, -2)

(د) $\ell = 3$ فان قيم m_ℓ هي (+3, +2, +1, 0, -1, -2, -3)

ملاحظة / يمكن ايجاد قيم m_ℓ من قيمة ℓ باستخدام العلاقة الآتية: ($m_\ell = 2\ell + 1$)

مثال / عندما تكون $l = 2$ ؟ الجواب / (خمس مراتب) $ml = 2 \times 2 + 1 = 5$ وهي $(+2, +1, 0, -1, -2)$

خلاصة /

عدد الاوربيبتالات في المستوى		عدد الكم المقاطيسي ml ($+l, 0, -l$)	عدد الكم الثقوي l ورمزها	عدد الكم الرئيسي n	المستوى الرئيسي
الرئيسي	الثانوي				
1	1	0	1s	0	1
4	1	0	2s	0	2
	3	$ \begin{array}{c} 0 \\ \square \\ +1 \quad 0 \quad -1 \\ \square \quad \square \quad \square \end{array} $	2p	1	
9	1	0	3s	0	3
	3	$ \begin{array}{c} +1, 0, -1 \\ +2, +1, 0, -1, -2 \\ \square \quad \square \quad \square \quad \square \quad \square \end{array} $	3p	1	
	5		3d	2	
16	1	0	4s	0	4
	3	$ \begin{array}{c} +1, 0, -1 \\ +2, +1, 0, -1, -2 \\ +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3 \\ \square \quad \square \quad \square \quad \square \quad \square \quad \square \quad \square \end{array} $	4p	1	
	5		4d	2	
	7		4f	3	

بالإضافة الى عدد الكم المغزلي m_s فله قيمتين $(+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2})$ للالكترونات الاولى $\boxed{1}$ و $-\frac{1}{2}$ للالكترونات الثاني $\boxed{2}$

عدد الكم المغزلي m_s / عدد يحدد الزخم الزاوي لدوران الالكترون حول نفسه

(يحدد اتجاه الحركة المغزلية للالكترونات حول نفسه) وتكون هذه الحركة اما باتجاه

عقرب الساعة او بعكس اتجاه عقرب الساعة داخل الاوربيبتال. وياخذ هذا العدد قيمتان:

(1) $+\frac{1}{2}$ للالكترونات الاولى الداخل الى الاوربيبتال ويرمز له بسهم اتجاهه الى الاعلى $\boxed{1}$ (يدور باتجاه عقرب الساعة)

(2) $-\frac{1}{2}$ للالكترونات الثاني الداخل الى الاوربيبتال ويرمز له بسهم اتجاهه الى الاسفل $\boxed{2}$ (يدور باتجاه معاكس لعقرب الساعة)

س / لماذا تختلف الالكترونات الموجودة في نفس الاوربيبتال ؟

ج / الاختلاف هو ان لها دورانا مغزليا متضادا.

س / اشرح تجربة اوتوستران ، وبين اهميتها ؟ 13 - اسئلة الفصل

ج / امررت حزمة من ذرات الفضة المتعادلة (الناتجة من تبخير الفضة) بين قطبين مغناطيسيين وقد وجد ان

الحزمة تنفلق الى حزمتين منفصلتين اي ان نصف الذرات تنحرف في اتجاه معين وينحرف الباقي بالاتجاه

المقابل ، وتفسير هذه المشاهدة يعتبر ان كل الكترون يسلك مثل مغناطيس دقيق، ويمكن التفسير بان هذه

المغناطيسية تنتج من الدوران المغزلي للشحنة السالبة وذلك لانه من المعروف ان الدوران المغزلي لاي شحنة يولد

مجال مغناطيسي وانه يوجد اتجاهان للدوران المغزلي متضادين لذا نتوقع ان يجذب كل الكترون الآخر ولكن

الذي يبطل عمل هذا التجاذب بين الكتروني الاوربيبتال الواحد هو تنافر شحنتيهما . وبما ان حركة دوران

الالكترونين محصوراً في اتجاهين فقط فان هناك قيمتين لعدد الكم المغزلي m_s وهما $+\frac{1}{2}$ و $-\frac{1}{2}$ ان اهمية تجربة اوتوسترون تتمثل في انها استطاعت ان تفسر سبب عدم تناظر الالكترونات بالرغم من ان شحنتها متشابهة وكذلك تمكن من معرفة قيمة عدد الكم المغزلي (m_s) للالكترونين الموجودين في الاوربيتال فالذي يدور باتجاه عقرب الساعة قيمته $(+\frac{1}{2})$ والذي يدور عكس عقرب الساعة قيمته $(-\frac{1}{2})$.

علل / عدم تناظر الالكترونين الموجودين في نفس الاوربيتال ؟ 15 - أسئلة الفصل

ج/ يسلك الالكترون سلوك مغناطيس دقيق حيث ينتج من الدوران المغزلي للالكترون مجال مغناطيسي ونظراً لان الحركة المغزلية للالكترونين الموجودين في نفس الاوربيتال تكون متضادة لذلك ينشأ مجالين مغناطيسيين متعاكسين يحاول كل الكترون جذب الالكترون الاخر لكن الذي يبطل عمل هذا التجاذب هو التناظر بين شحنتي الالكترونين.

س/ كيف تلخص الصفات المميزة لوصف الالكترون في الذرة ؟

- ج/ (1) عدد الكم الرئيسي n وتدل هذه الصفة على نظام ترتيب الالكترونات بزيادة المسافة عن النواة.
 (2) عدد الكم الثانوي l وتصف نوع الاوربيتال الذي يشغله الالكترون من حيث تماثل توزيعه الفراغي (فمثلاً يكون للالكترون S توزيعات كروية متماثلة ويكون للالكترونات P توزيعات متماثلة على طول اتجاهات منفصلة في الفراغ).
 (3) عدد الكم المغناطيسي m_l وتحدد هذه الصفة أي اوربيتال من اوربيتالات المستوى الثانوي الذي يحتمل وجود الكترون فيه.
 (4) عدد الكم المغزلي m_s وتحدد هذه الصفة أياً من الاتجاهين الممكنين للدوران المغزلي الذي يقوم به الالكترون.

(5) مبدأ الاستثناء لباولي: ينص على

(لا يمكن لالكترونين في نفس الذرة ان يكون لهما القيم نفسها لكل اعداد الكم الاربعة)

ملاحظة/ ان المسافات بين مستويات الطاقة الرئيسية الاولى حول الذرة تكون بعيدة جداً ثم تقل تدريجياً كلما

ابتعدت هذه المستويات عن النواة.

كيفية كتابة الترتيب الالكتروني للذرة:

- في حالة تعادل الذرة كهربائياً فان (عدد الالكترونات للذرة = عددها الذري (عدد البروتونات) .
- تكتب البنية الالكترونية للذرة كالآتي: نبدأ بمليء الاوربيتالات بالالكترونات من الاقل طاقة ثم الاكثر طاقة وهكذا . حيث تكون مرتبة كالآتي: (اس اس بس بس ديس ديس في ديس ديس ديس ديس ديس ديس ديس ديس ديس ديس)

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^{14} 6d^{10}$$

ديس ديس في ديس ديس ديس ديس ديس ديس ديس ديس ديس ديس اس اس بس بس ديس ديس ديس ديس ديس ديس ديس ديس ديس ديس

- **قاعدة هُند Hund's**، نصها (لا يحدث ازدواج بين الكترونين في مستوى الطاقة الثانوي الا بعد ان تشغل اوربيتالاته فرادا أولا.
- في حالة المستويات الثانوية التي تحتوي اكثر من اوربيتال واحد مثل المستويات (p و d و f) تدخل الالكترونات بصورة منفردة في هذه الاوربيتالات تجنباً للتنافر الكهربائي بين شحناتها حسب (قاعدة هُند) حتى اذا اصبحت جميع الاوربيتالات للمستوى الثانوي محتوية على الكترون واحد في كل منهما مثل p^3

1	1	1
---	---	---

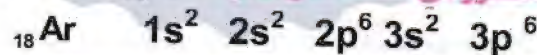
 عندها يدخل الالكترون الرابع ليزدوج مع احد الالكترونات التي سبقته في اشغاله احد الاوربيتالات ليصبح ذلك الاوربيتال مملوء كما في المستوى الثانوي p^4

1	1	1	1
---	---	---	---
- للتغلب على التنافر بين شحنتي الالكترونين ضمن الاوربيتال الواحد يرمز للالكترونين بسهمين متعاكسين

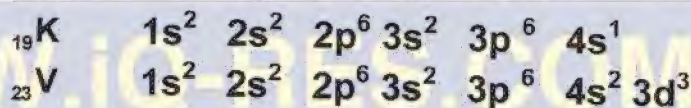
1	1
---	---
- نلاحظ ان ترتيب مستويات الطاقة الثانوية العليا كالاتي: $ns(n-1)d(n-2)f$
- **الترتيب الالكتروني للعناصر النبيلة:**
- يكتب العدد الذري في اسفل يسار رمز العنصر

الهيليوم	${}^2\text{He}$	$1s^2$																	
النيون	${}^{10}\text{Ne}$	$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$															
الاركون	${}^{18}\text{Ar}$	$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$	$3s^2$	$3p^6$													
الكربتون	${}^{36}\text{Kr}$	$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$	$3s^2$	$3p^6$	$4s^2$	$3d^{10}$	$4p^6$										
الزينون	${}^{54}\text{Xe}$	$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$	$3s^2$	$3p^6$	$4s^2$	$3d^{10}$	$4p^6$	$5s^2$	$4d^{10}$	$5p^6$							

مثال/ اكتب الترتيب الالكتروني للعناصر الآتية: ^{23}V , ^{19}K , ^{18}Ar



الحل



ملاحظة/ هناك طريقة أخرى لكتابة البنية الالكترونية للعناصر تعتمد على كتابة الرمز الكيميائي للغاز النبيل

وتضاف اليه الاوربيات التي تشغلها الكثرونات العنصر التي يزيد عددها على عدد.

الكروونات الفاز النبيل ، فتصبح الامثلة السابقة كالآتي: ${}_{19}\text{K}[\text{Ar}]4s^1$, ${}_{23}\text{V}[\text{Ar}]4s^2 3d^3$

علل ما یاتی /

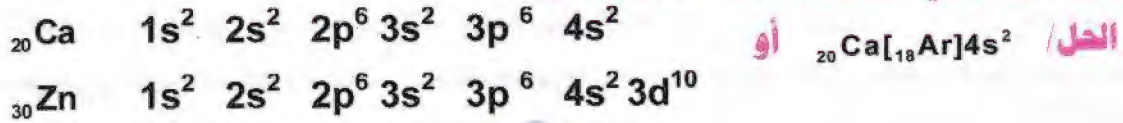
① امتلاء مستوى الطاقة الثانوي 3p بالالكترونات بعد امتلاء المستوى 3s ؟ 15 - هـ- اسئلة الفصل

ج لان مستوى الطاقة الثانوي 3s اقل من مستوى الطاقة الثانوي 3p حيث تملأ مستويات الطاقة الثانوية

بالإلكترونات أولاً بأقلها طاقة (الأقرب للنواة)

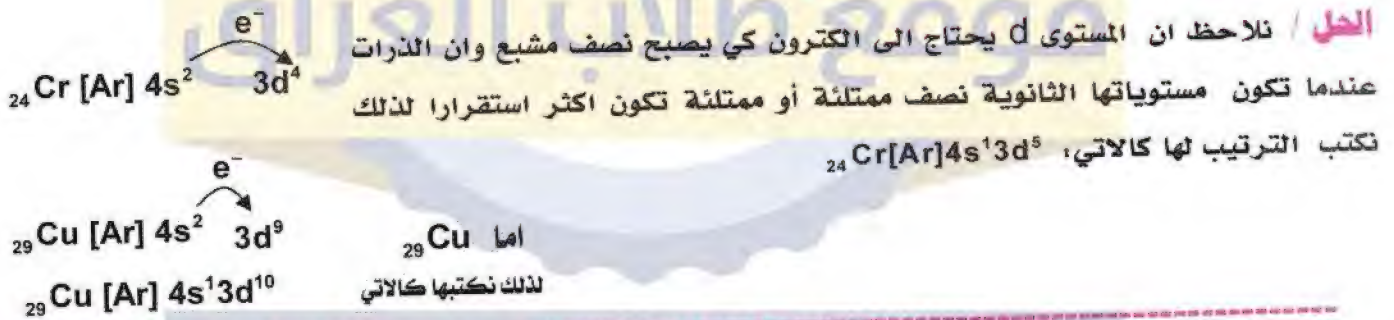
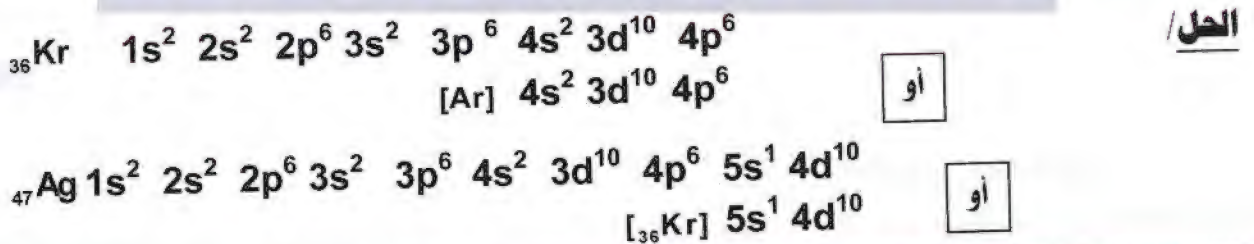
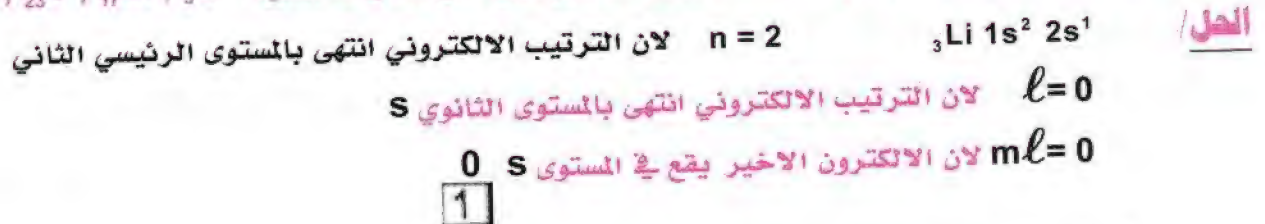
② يمتلئ مستوى طاقة 4s قبل مستوى طاقة 3d ؟ ج/ لان 4s اقل طاقة من 3d

تمرين (8-1)

اكتب الترتيب الالكتروني للعناصر الآتية: ^{30}Zn , ^{20}Ca 

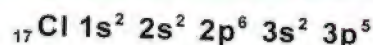
ملاحظات /

- يتأخر امتلاء أوربيتال 3d ويمتلأ بالالكترونات بعد امتلاء 4s لكن عندما يمتلئ 3d بالالكترونات (d^{10}) يصبح مستواه اقل طاقة من 4s واكثر طاقة من 3p كما في (^{30}Zn) ولكن لا يفضل تقديم $3d^{10}$ عادةً لمنع حصول التباس لدى الطالب وخاصة عند ايجاد اعداد الكم ، وكذلك الحال لـ 4d عندما يمتلئ بالالكترونات (d^{10}) ينخفض مستواه اقل من 5s.
- في العناصر الانتقالية (المنتهي ترتيبها الالكتروني في المستوى d) يحدث انتقال الكتروني :
 - في حالة $ns^2(n-1)d^4$ ينتقل الكترون من s الى d ليصبح $ns^1(n-1)d^5$ حيث يصبح d نصف مشبع أي اكثر استقرارا.
 - في حالة $ns^2(n-1)d^9$ ينتقل الكترون من s الى d ليصبح $ns^1(n-1)d^{10}$ حيث يصبح d مشبع بالالكترونات أي اكثر استقرارا.

مثال / اكتب الترتيب الالكتروني للعناصر ^{29}Cu , ^{24}Cr مثال / اكتب الترتيب الالكتروني للعناصر ^{47}Ag , ^{36}Kr مثال / عين قيم اعداد الكم الاربعة للالكترون الاخير لكل من الذرات الآتية: ^{54}Xe , ^{23}V , ^{47}Cl , ^3Li 

لان الالكترون الاخير يدور باتجاه عقرب الساعة (الالكترون الاول في الاوربيتال)





$n = 3$ لأن الترتيب الإلكتروني انتهى بالمستوى الرئيسي الثالث (3)

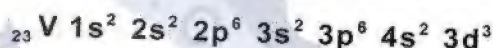
$l = 1$ لأن الترتيب الإلكتروني انتهى بالمستوى الثانوي p

$ml = 0$ لأن الإلكترون الأخير يقع في الأوربيتال الذي قيمته $ml = 0$ صفر (0)

+1 0 -1



$ms = -\frac{1}{2}$ لأن الإلكترون الأخير هو الإلكترون الثاني في الأوربيتال



$n = 3$ لأن أعلى مستوى رئيسي يحتوي على الإلكترونات هو الثالث

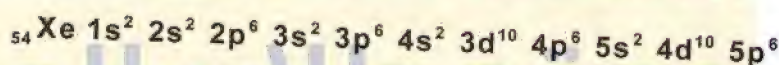
$l = 2$ لأن الترتيب الإلكتروني انتهى بالمستوى الثانوي d

$ml = 0$ لأن الإلكترون الأخير يقع في الأوربيتال الذي قيمته $ml = 0$

+2 +1 0 -1 -2



$ms = +\frac{1}{2}$ لأن الإلكترون الأخير هو الإلكترون الأول في الأوربيتال

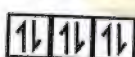


$n = 5$ لأن أعلى مستوى رئيسي يحتوي على الإلكترونات هو الخامس

$l = 1$ لأن الترتيب الإلكتروني انتهى بالمستوى الثانوي p

$ml = -1$ لأن الإلكترون الأخير يقع في الأوربيتال الذي قيمته $ml = -1$

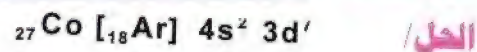
+1 0 -1



$ms = -\frac{1}{2}$ لأن الإلكترون الأخير هو الإلكترون الثاني في الأوربيتال

تمرين (9-1)

عين أعداد الكم الأربعة للإلكترون الأخير لكل من الذرات الآتية: ${}_{53}\text{I}$, ${}_{58}\text{Ba}$, ${}_{27}\text{Co}$



الحل

$n = 3$ لأن أعلى مستوى رئيسي يحتوي على الإلكترونات هو الثالث

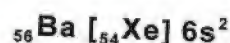
$l = 2$ لأن الترتيب الإلكتروني انتهى بالمستوى الثانوي d

$ml = +1$ لأن الإلكترون الأخير يقع في الأوربيتال الذي فيه $ml = +1$

+2 +1 0 -1 -2



$ms = -\frac{1}{2}$ لأن الإلكترون الأخير هو الإلكترون الثاني في الأوربيتال



$n = 6$ لأن أعلى مستوى رئيسي يحتوي على الإلكترونات هو السادس

$l = 0$ لأن الترتيب الإلكتروني انتهى بالمستوى الثانوي s

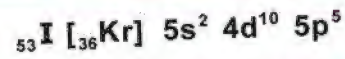
$ml = 0$ لأن الإلكترون الأخير يقع في المستوى الثانوي s

0



$ms = -\frac{1}{2}$ لأن الإلكترون الأخير يدور باتجاه معاكس لعقرب الساعة (الإلكترون الثاني في الأوربيتال)





$n = 5$ لان اعلى مستوى رئيسي يحتوي على الكترونات هو الخامس

$l = 1$ لان الترتيب الالكتروني انتهى بالمستوى الثانوي p

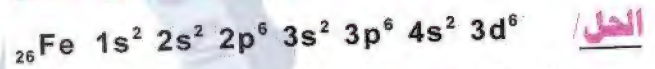
$ml = 0$ لان الالكترون الاخير يقع في الاوربيتال الذي فيه قيمة $ml = 0$



$ms = -\frac{1}{2}$ لان الالكترون الاخير هو الالكترون الثاني في الاوربيتال

تمرين (10-1)

اكتب اعداد الكم الاربعة للالكترون ما قبل الاخير لكل من الذرات الآتية: ${}_{55}\text{Cs}$, ${}_{36}\text{Kr}$, ${}_{26}\text{Fe}$ ؟



$n = 3$ لان اعلى مستوى رئيسي يحتوي على الكترونات هو الثالث

$l = 2$ لان الترتيب الالكتروني للالكترون ما قبل الاخير انتهى بالمستوى الثانوي d

$ml = -2$ لان الالكترون ما قبل الاخير يقع في الاوربيتال الذي فيه قيمة $ml = -2$

+2 +1 0 -1 -2



الالكترون ما قبل الاخير

$ms = +\frac{1}{2}$ لان الالكترون ما قبل الاخير هو الالكترون الاول في الاوربيتال

+1 0 -1



الالكترون ما قبل الاخير

(اذكر الاسباب)

$$ms = -\frac{1}{2}$$

$$ml = 0$$

$$l = 1 \quad n = 4$$



+1 0 -1



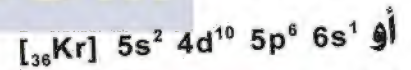
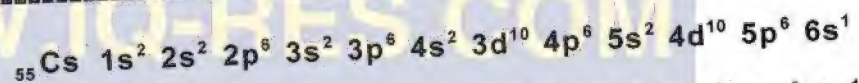
الالكترون ما قبل الاخير

(اذكر الاسباب)

$$ms = -\frac{1}{2}$$

$$ml = 0$$

$$l = 1 \quad n = 4$$



$n = 5$ لان المستوى الرئيسي للالكترون ما قبل الاخير هو الخامس

$l = 1$ لان الترتيب الالكتروني للالكترون ما قبل الاخير انتهى بالمستوى الثانوي p

$ml = -1$ لان الالكترون ما قبل الاخير يقع في الاوربيتال p الذي فيه قيمة $ml = -1$

+1 0 -1



0



الالكترون ما قبل الاخير

$ms = -\frac{1}{2}$ لان الالكترون ما قبل الاخير هو الالكترون الثاني في الاوربيتال

مكتب الشمس

اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصرا

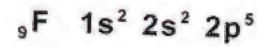
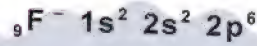


مثال/ اكتب اعداد الكم الاربعة للإلكترون الأخير لكل من الأيونات الآتية: ${}_{20}\text{Ca}^{+2}$, ${}_{9}\text{F}^{-}$

الحل/ ملاحظة/ F^{-} أيون الفلوريد هو ذرة فلور اكتسبت إلكترونات اذ أصبح عدد إلكتروناته 10

او عدد الإلكترونات للأيون السالب = العدد الذري + عدد الشحنات السالبة

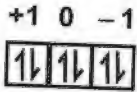
$$\text{عدد } e^{-} = 10 = 1 + 9$$



$n = 2$ لأن أعلى مستوى رئيسي يحتوي على إلكترونات هو الثاني

$l = 1$ لأن الترتيب الإلكتروني انتهى بالمستوى الثاني p

$ml = -1$ لأن الإلكترون الأخير يقع في الأوربيتال الذي له قيمة $ml = -1$

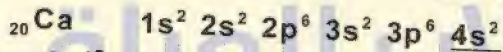


$ms = -\frac{1}{2}$ لأن الإلكترون الأخير هو الإلكترون الثاني في الأوربيتال

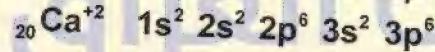
ملاحظة/ Ca^{+2} أيون الكالسيوم هو ذرة كالسيوم فقدت إلكترونين اذ أصبح عدد الإلكترونات 18

او عدد الإلكترونات للأيون الموجب = العدد الذري - عدد الشحنات الموجبة

$$18 = 20 - 2 = e^{-}$$



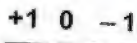
وعليه يتم فقدان الكتروني 4s



$n = 3$ لأن أعلى مستوى رئيسي يحتوي على إلكترونات هو الثالث

$l = 1$ لأن الترتيب الإلكتروني انتهى بالمستوى الثاني p

$ml = -1$ لأن الإلكترون الأخير يقع في الأوربيتال الذي له قيمة $ml = -1$



$ms = -\frac{1}{2}$ لأن الإلكترون الأخير هو الإلكترون الثاني في الأوربيتال الأخير

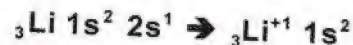
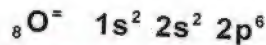
تمرين (1-11)

اكتب الترتيب الإلكتروني للأيونات الآتية: ${}_{3}\text{Li}^{+1}$, ${}_{8}\text{O}^{=}$

الحل/ Li^{+1} أيون الليثيوم هو ذرة فقدت الكترونا اذ أصبح عدد الإلكترونات 2

اما $\text{O}^{=}$ أيون الاوكسيد هو ذرة اكتسبت إلكترونين

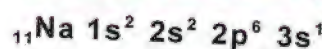
لذا أصبح عدد الإلكترونات 10



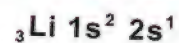
س/ واجب/ اكتب اعداد الكم الاربعة للإلكترون ما قبل الأخير لكل من الأيونات الآتية: ${}_{11}\text{Na}$, ${}_{3}\text{Li}^{+1}$, ${}_{8}\text{O}^{+2}$

مثال/ قارن بين اعداد الكم الاربعة للإلكترون الأخير لكل من ذرتي عنصر ${}_{11}\text{Na}$, ${}_{3}\text{Li}$

$$n = 3$$



$$n = 2$$



$$l = 0$$

$$\boxed{0}$$

$$l = 0$$

$$\boxed{0}$$

$$ml = 0$$

$$ml = 0$$

$$ms = +\frac{1}{2}$$

$$ms = +\frac{1}{2}$$

∴ الفرق فقط بالمستوى الرئيسي n

تمرين (12-1)

قارن بين اعداد الكم الاربعة للالكترون الاخير لكل من ذرتي عنصر ^{14}Si و ^{13}Al ؟

$n = 3$	$^{14}\text{Si} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	$n = 3$	$^{13}\text{Al} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
$l = 1$	+1 0 -1	$l = 1$	+1 0 -1
$ml = 0$	1 1	$ml = +1$	1
$ms = +\frac{1}{2}$		$ms = +\frac{1}{2}$	

الفرق فقط بعدد الكم المغناطيسي (ml)

مثال / اذا كانت للالكترون الاخير لذرة عنصر ما اعداد الكم الاربعة الآتية: $n = 3, l = 2, ml = +1, m_s = -\frac{1}{2}$

فما العدد الذري لهذا العنصر ؟

الحل / $n = 3$ المستوى الرئيسي سيكون الثالث
 $l = 2$ المستوى الثانوي هو المستوى d ويحتوي على خمس اوربيتالات
 $ml = +1$ يقع الالكترون الاخير في الاوربيتال المؤشر بحرف X

+2	+1	0	-1	-2
	X			

$m_s = -\frac{1}{2}$ هو الالكترون الثاني

+2	+1	0	-1	-2
1	1	1	1	1

من المعلومات السابقة فان الترتيب الالكتروني سوف ينتهي بالمستوى الثانوي $3d$ ويحتوي على سبعة الكترونات. اذن الترتيب الالكتروني للمستويات الثانوية في ذرة العنصر هي: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$ وبما ان مجموع عدد الالكترونات فوق المستويات الثانوية في الترتيب الالكتروني يساوي العدد الذري لذرة العنصر. اذن العدد الذري له = **27**

تمرين (13-1)

اذا كانت للالكترون الاخير لذرة عنصر ما اعداد الكم الاربعة الآتية:

$n = 4, l = 1, ml = 0, m_s = -\frac{1}{2}$ اكتب الترتيب الالكتروني لهذه الذرة، وما العدد الذري لها؟

الحل / $n = 4$ المستوى الرئيسي سيكون الرابع

$l = 1$ المستوى الثانوي هو المستوى p ويحتوي على ثلاث اوربيتالات

$ml = 0$ يقع الالكترون في الاوربيتال المؤشر بحرف X

+1 0 -1

	X	
--	---	--

$m_s = -\frac{1}{2}$ هو الالكترون الثاني

+1 0 -1

1	1	1
---	---	---

ان الترتيب الالكتروني سوف ينتهي بالمستوى الثانوي $4p$ والذي يحتوي على خمسة الكترونات، فاذن الترتيب الالكتروني في ذرة العنصر هذه هي: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$ وبما ان مجموع عدد الالكترونات =

العدد الذري لذرة العنصر - اذن العدد الذري = **35**

اعداد الكم				الالكترون
m_s	ml	l	n	
$+\frac{1}{2}$	+2	2	3	الاول
$+\frac{1}{2}$	+1	2	3	الثاني
$+\frac{1}{2}$	0	2	3	الثالث
$+\frac{1}{2}$	-1	2	3	الرابع
$+\frac{1}{2}$	-2	2	3	الخامس

مثال/ اكتب الترتيب الالكتروني لذرة ^{25}Mn

ثم اكتب اعداد الكم للالكترونات المستوى الثانوي الاخير لها ؟

الحل/ $^{25}\text{Mn} \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$

+2 +1 0 -1 -2

1 1 1 1 1

اعداد الكم				الالكترون
m_s	ml	l	n	
$+\frac{1}{2}$	0	0	1	الاول
$-\frac{1}{2}$	0	0	1	الثاني
$+\frac{1}{2}$	0	0	2	الثالث
$-\frac{1}{2}$	0	0	2	الرابع
$+\frac{1}{2}$	+1	1	2	الخامس

تمرين (14-1)

اكتب الترتيب الالكتروني لذرة ^5B

ثم اكتب اعداد الكم لجميع الالكترونات فيها ؟

الحل/ $^5\text{B} \quad 1s^2 2s^2 2p^1$

0 0 +1 0 -1

1 1 1

مثال/ اكتب قيم اعداد الكم للالكترون الاخير لايون المنغنيز في المركب KMnO_4 . علما ان العدد الذري لـ $\text{Mn} = 25$

الحل/ نفرض ان عدد تاكسد $y = \text{Mn}$

$$\text{وعليه } 4 \times (-2) + y + 1 = 0$$

$$\rightarrow -8 + y + 1 = 0 \rightarrow y = +7 \quad \text{عدد تاكسد Mn في } \text{KMnO}_4$$

$^{25}\text{Mn} \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$

$^{25}\text{Mn}^{+7} \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

+1 0 -1

1 1 1

$$n=3, l=1, ml=-1, m_s=-\frac{1}{2}$$

توضيح لحل المثال/

❖ المجموع الجبري لاعداد تاكسد العناصر في مركب = صفر

❖ عدد تاكسد $\text{K} = +1$, $\text{O} = -2$

ملاحظة/ ان العناصر الانتقالية التي ينتهي بناءها الالكتروني

بالغلاف الثانوي $ns(n-1)d$ تفقد الالكترونات من الغلاف

ns أولا ثم بعد ذلك يتم فقدان من غلاف $(n-1)d$ ، كما في

المثال اعلاه. حيث يفقد من $4s$ أولا

س/ واجب/ اكتب قيم اعداد الكم الاربعة للالكترون الاخير لايون Mn في المركب MnO_2

علما ان العدد الذري لـ $\text{Mn} = 25$ ؟

مثال / اذا كانت اعداد الكم للالكترون الاخير للأيون M^{+2} : $n=3, \ell=1, m\ell=-1, m_s=-\frac{1}{2}$ فما العدد الذري لذرة هذا الايون

الحل /

$n=3$ المستوى الرئيسي سيكون الثالث

$\ell=1$ المستوى الثانوي هو المستوى p ويحتوي على ثلاث اوربيتالات

$m\ell=-1$ يقع الالكترون في الاوربيتال المؤشر بحرف X

+1 0 -1

$m_s=-\frac{1}{2}$ هو الالكترون الثاني

+1 0 -1

\therefore المستوى الثانوي الاخير هو $3p^6$ وعليه فان الترتيب الالكتروني للأيون : $M^{+2} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ مجموع عدد الالكترونات للايون الموجب = 18

عدد الالكترونات للايون الموجب = العدد الذري - عدد الشحنات الموجبة (المفقودة)

$$18 = \text{العدد الذري} - 2$$

$$\therefore \text{العدد الذري} = 2 + 18 = 20$$

س / واجب / اذا كانت اعداد الكم الاربعة للالكترون الاخير للأيون X^{-1} :

ج / 9 فما العدد الذري لذرة هذا الايون ؟ $n=2, \ell=1, m\ell=-1, m_s=-\frac{1}{2}$

مثال / اكتب اعداد الكم الاربعة للالكترون الاخير وما قبل الاخير للأيون Fe^{+2} : $26 = Fe$

الحل /

Fe^{+2} ذرة حديد فقدت الكترونين من $4s$

$^{26}Fe \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$

+2 +1 0 -1 -2

1 1 1 1 1

$^{26}Fe^{+2} \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$

للاكترون الاخير $n=3, \ell=2, m\ell=+2, m_s=-\frac{1}{2}$ للاكترون ما قبل الاخير $n=3, \ell=2, m\ell=-2, m_s=+\frac{1}{2}$

ملاحظة / لا ينتقل الالكترون عند ايجاد اعداد الكم من n_s الى $(n-1)d$ لكي يصبح مستوى d نصف ممتلئ أو ممتلئ (أي يبقى الترتيب الالكتروني كما هو).

مثال / اكتب اعداد الكم الاربعة للالكترون الاخير لذرة عنصر النحاس Cu وذرة عنصر الزنك Zn

الحل /

$^{29}Cu \quad [Ar] 4s^2 3d^9$

+2 +1 0 -1 -2

1 1 1 1 1

$$n=3, \ell=2, m\ell=-1, m_s=-\frac{1}{2}$$

$^{30}Zn \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$

+2 +1 0 -1 -2

1 1 1 1 1

$$n=3, \ell=2, m\ell=-2, m_s=-\frac{1}{2}$$

اسئلة الفصل الأول وحلولها

1-1/ صف نموذج لانبوية التفريغ الكهربائي مع الرسم . وشرح اكتشاف الإلكترون؟

ج/ راجع الملزمة ص ١

2-1/ ما خواص أشعة القناة ؟

ج/ راجع الملزمة.

3-1/ ماذا تعني الرموز (A و Z) ؟

ج/ Z تمثل العدد الذري للعنصر (عدد البروتونات في نواة الذرة) و A تمثل عدد الكتلة للعنصر ويساوي مجموع عدد البروتونات والنيوترونات في نواة العنصر .

4-1/ اشرح ظاهرة التأثير الكهروضوئي . وبين تفسير أينشتاين لهذه الظاهرة . وماذا اضفى هذا التفسير

على طبيعة الضوء . ج/ راجع الملزمة ص ٦.

5-1/ ماذا يحدث للإلكترون عند اكتسابه طاقة ؟

ج/ عند امتصاص (اكتساب) الإلكترون طاقة فإنه يصبح مثار فينتقل الى مستوى آخر من الطاقة تكون طاقته اعلى من طاقة المستوى الذي كان به .

6-1/ ما اهمية تعريض انبوية التفريغ الكهربائي للمجالين المغناطيسي والكهربائي عند دراسة خواص

الالكترونات والبروتونات ؟

ج/ لمعرفة هل ان هذه الجسيمات مشحونة أم لا . وكذلك لمعرفة نوع الشحنة التي يحملها كل جسيم وذلك من خلال ملاحظة اتجاه انجذابها فاذا انجذبت للقطب السالب فلها شحنة موجبة اما اذا انجذبت للقطب الموجب فلها شحنة سالبة .

7-1/ تكلم عن تجربة مليكان وما اهمية ما توصل اليه ؟ ج/ راجع الملزمة ص ٣.

8-1/ كيف اكتشف رذرفورد نواة الذرة . وما العلاقة بين حجم الذرة ونواتها ؟ ج/ راجع الملزمة ص ٤.

9-1/ بين الاختلاف بين :

(أ) نموذج رذرفورد و ثومسون حول البناء الذري ؟

ج/ نموذج ثومسون الذرة عبارة عن منطقة كروية (كرة) موجبة الشحنة تحتوي على الالكترونات السالبة الشحنة . نموذج رذرفورد : الذرة تحتوي على بروتونات موجودة في منطقة النواة لذا شحنة النواة موجبة وتدور الالكترونات حولها ضمن مدارات .

(ب) نموذج رذرفورد وبور حول البناء الذري ؟

ج / نموذج رذرفورد: الالكترونات تتحرك في مدارات حول النواة بسرعة ثابتة وبمسار منحنى وهذا يعني ان الالكترونات بتحركها هذا كدقيقة مشحونة سوف تفقد طاقة على صورة اشعة كهرومغناطيسية وهذا يؤدي الى تباطئ سرعة الالكترون وبالتالي انهيار التصور حول البناء الذري هذا.

نموذج بور: الالكترونات تتحرك ضمن مدارات ذات حجم ثابت وطاقة ثابتة والالكترون لا يشع طاقة نتيجة لدورانه هذا، وانبعث الطاقة لا يتم الا عند انتقال الالكترون من مدار اعلى طاقة الى أقل طاقة.

(ج) اشكال المستويات الرئيسية عند بور ونظرية الكم ؟

ج / المستويات الرئيسية عند بور: المستويات الرئيسية عند بور مدارات ذات انصاف اقطار محددة ويزداد نصف قطر المدار كلما ابتعد عن النواة وكل مدار طاقة تقل طاقته كما ابتعد عن النواة.

المستويات الرئيسية عند نظرية الكم: ان المدار عبارة عن سلسلة من الامواج ومحيط المدار يجب ان يساوي عددا مضاعفا بسيطا لطول موجة الالكترون.

(د) طيف الانبعاث الخطي والمستمر

ج / الطيف الخطي: هو الطيف الناتج من انبعث اشعاع ناتج من ذرات العنصر المتوهج ويتكون من عدد قليل من خطوط الضوء تفصلها مسافات معتمة كبيرة نسبيا ولكل عنصر طيف خطي خاص به.

الطيف المستمر: هو مجموعة من الالوان تبدأ من اللون البنفسجي وتنتهي بالاحمر ولا توجد مناطق منفصلة بين لون وآخر .

10-1 / اشتق العلاقة الرياضية $\lambda = \frac{h}{p}$ بالاستناد الى معادلتى بلانك واينشتاين ؟ **ج / راجع الملزمة ص ٩**

11-1 / ما الفرق بين المستوى الثانوي والاوربييتال وما عدد الاوربييتالات في المستويات الرئيسية الاربعة الاولى ؟

ج / الاوربييتال: هو الحيز الذي يحتمل وجود الالكترون فيه وهذا الحيز يعتمد على الطاقة الكلية وعلى طاقته الكامنة واحداثيات موضعه (x, y, z)

المستوى الثانوي: وهو الذي يحدد شكل السحابة الالكترونية التي يحتمل وجود الالكترون فيها وهناك عدد مستويات ثانوية تحتوي على مجموعة مختلفة من الاوربييتالات وعدد الاوربييتالات في المستويات الرئيسية الاربعة الاولى: المستوى الرئيسي الاول عدد اوربييتالاته (1) والثاني (4) والثالث (9) والرابع (16) اوربييتال.

12-1 / ما المقصود بتردد الموجة ؟ وما وحدات التردد ، ثم اذكر العلاقة الرياضية بين التردد والطول الموجي ؟

ج / راجع الملزمة ص ٩

13-1 / اشرح تجربة اوتوستران ، وبين اهميتها ؟

ج / راجع الملزمة ص ١٣

14-1 / ماذا تفترض نظرية الكم ؟

ج / ان الاجسام الساخنة تبعث طاقة بكميات محددة صغيرة تدعى كمات أو الكم وتمثل الكمية الادنى من الطاقة التي يمكن ان يفقدها أو يكتسبها جسم معين. ولا تتم عملية فقد الطاقة أو اكتسابها على نحو مستمر وانما بشكل دفعات أو دقات من الطاقة وكمية الطاقة الكلية التي فقدت أو اكتسبت هي مضاعف صحيح لهذا الكم من الطاقة ومقدار الكم يعتمد على تردد الاشعاع . ويمكن حسابها من العلاقة :

الطاقة تساوي $E = h \cdot \nu$ حيث h يمثل ثابت بلانك.

15-1/ علل ما يأتي:

(أ) عدم تنافر الإلكترونين الموجودين في نفس الأوربيتال ؟

ج/ راجع الملزمة ص ١٤

(ب) تعتبر تجربة مليكان مكتملة لتجربة ثومسون .

ج/ لان تجربة ثومسون اوجد فيها نسبة شحنة الالكترون الى كتلته بعدها قام مليكان بحساب شحنة الالكترون وباستعمال شحنة الالكترون وقيمة نسبة شحنة الالكترون الى كتلته امكن حساب كتلة الالكترون .

(ج) يتسع الغلاف الثانوي s لالكترونين فقط اما المستوى p فيتسع لستة الكترونات فقط.

ج/ لان المستوى الثانوي S يحتوي على اوربيتال واحد وكل اوربيتال يستوعب الكترونين لذا يتسع غلاف S لالكترونين فقط، والمستوى p يحتوي على ثلاث اوربيتالات لذلك يتسع لستة الكترونات فقط.

(د) لا يمكن تعيين موقع وزخم الالكترون في الذرة بدقة عالية في آن واحد .

ج/ لاننا اذا تمكنا من قياس احدهما بدقة زاد عدم اليقين في دقة قياس الاخر وذلك حسب مبدأ اللادقة الذي وضعه العالم هايزنبرغ.

(هـ) امتلاء المستوى الثانوي 3p بالالكترونات بعد المستوى الثانوي 3s

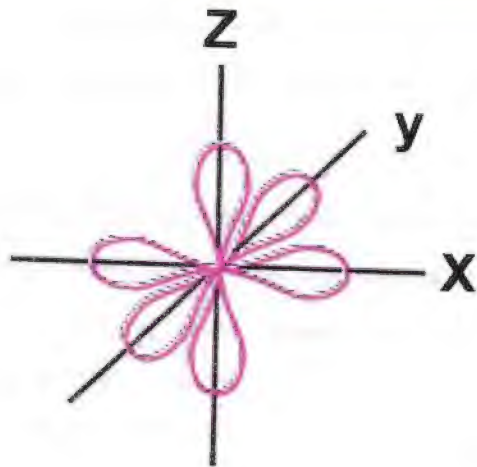
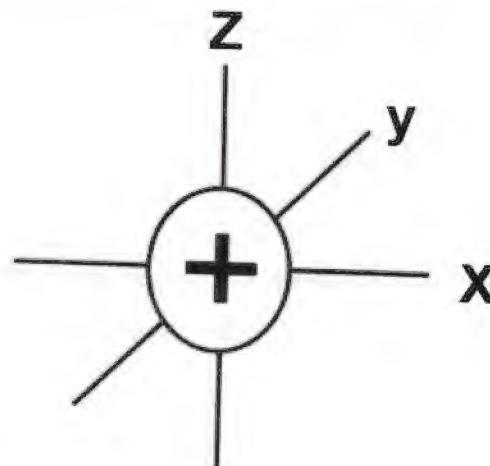
ج/ راجع الملزمة ص ١٥

(و) جذب النواة على الالكترون الاقرب اليها اشد .

ج/ لان طاقة الالكترون في المستويات التي هي اقرب الى النواة تكون واطنة لذا تكون قوّه الجذب عليه اشد من قبل النواة ولكن كلما ابتعد عن النواة زادت طاقته وبالتالي تضعف قوّه جذب النواة اليه. لان القوّه الالكتروستاتيكية (بين الشحنات المختلفة) تتناسب عكسيا مع مربع البعد بين الشحنتين.

16-1/ عرف اعداد الكم الاربعة (n, ℓ, m_ℓ, m_s) وماذا نستفيد من كل منها ؟

ج/ راجع الملزمة ص ١٠ و ١١ و ١٣

17-1/ ارسم شكل الاوربيتال عندما تكون قيمة $\ell = 0$ وعندما تكون قيمة $\ell = 1$  $\ell = 1$  $\ell = 0$

18-1/ ماذا نعني لكل مما ياتي :

(أ) الفوتون ؟

ج/ راجع الملزمة ص ٧

(ب) طول الموجة ؟

ج/ راجع الملزمة ص ٥

(ج) الصفة المزدوجة للإلكترون ؟

ج/ للإلكترون طبيعتان دقائقية تمثل كتلة الإلكترون الواحد وطبيعة موجية متمثلة بالطول الموجي المصاحب

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

لحركته والممكن حسابه من العلاقة :

19-1/ لماذا يستفاد من قاعدة هوند في عملية الترتيب الإلكتروني ؟

ج/ يستفاد منها في توزيع الإلكترونات في الاوربتالات واحد بعد آخر حتى اذا تم استكمال التوزيع للإلكترونات بصورة مفردة نبدأ بعدها بعملية ازدواج الإلكترونات في نفس الاوربيتال.

20-1/ بين: (أ) مبدأ هايزنبرغ ؟

ج/ راجع الملزمة ص ٩

(ب) مبدأ الاستثناء لبولي ؟

ج/ راجع الملزمة ص ١٤

(ج) كيف يمكن للذرة ان تصدر فوتونا ؟

ج/ الذرة في الحالة الاعتيادية تكون في ادنى مستوى من الطاقة (المستوى المستقر) وعند اثارها بشيء من الطاقة فان احد الكترونات التكافوء سوف يثار وتصبح الذرة مثارة (غير مستقرة) وعند عودته الإلكترون من حالة الاستثارة الى المستوى المستقر تفقد ما اكتسبته من طاقة في شكل اشعة كهرومغناطيسية (فوتون) وتكون طاقة الفوتون مساوية للفرق بين مستويين الطاقة اللذين انتقل الإلكترون بينهما.

(د) كيف استطاع شرودنكر من تفسير طيف الذرات التي لها عدد ذري اعلى من الهيدروجين ؟

ج/ توصل شرودنكر من تفسير طيف الذرات التي لها اعداد ذرية اعلى من الهيدروجين انه بدل ان نفكر بان الإلكترون يتحرك دائريا في مدار ثابت فان الإلكترون يسلك سلوكا موجيا وانه يتحرك ضمن الحدود الموجية للمدار لذا لا يمكن تحديد موقعه وزخمه ولان حركته غير ثابتة لذا هناك اكثر من دالة تحدد موقعه أو حركته ولكل دالة طاقة خاصة بها.

21-1/ ما قيم اعداد الكم الرئيسية والثانوية والمغناطيسية في المستويات الرئيسية الآتية: (الثالث والرابع) ؟

ج/ راجع الخلاصة في الملزمة ص ١٣

22-1 / اذا علمت ان قيم اعداد الكم الاربعة للاخير لكل من الذرات (أ) و (ب) و (ج) على التوالي

فما العدد الذري لكل منها ؟

(أ) $(n = 4, l = 2, m_l = +1, m_s = -\frac{1}{2})$

ج / $n = 4$ المستوى الرئيسي سيكون الرابع

$l = 2$ المستوى الثانوي هو المستوى d ويحتوي خمسة اوربيتالات

+2 +1 0 -1 -2

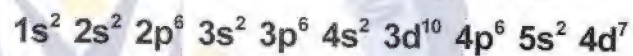
		X		
--	--	---	--	--

$m_l = +1$ يقع الالكترون في الاوربيتال المؤشر بحرف X

$m_s = -\frac{1}{2}$ هو الالكترون الثاني

1	1	1	1	1
---	---	---	---	---

∴ المستوى الثانوي الاخير في الترتيب الالكتروني هو $4d^7$ فالترتيب الالكتروني للذرة:



∴ العدد الذري = 45 وهو (الروديوم Rh)

(ب) $(n = 2, l = 0, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2})$

ج / $n = 2$ المستوى الرئيسي سيكون الثاني

$l = 0$ المستوى الثانوي هو المستوى s ويحتوي على اوربيتال واحد

$m_l = 0$ الالكترون الاخير يقع في المستوى الثانوي s

X

$m_s = +\frac{1}{2}$ هو الالكترون الاول

1

∴ المستوى الثانوي الاخير في الترتيب الالكتروني هو $2s^1$ فالترتيب الالكتروني للذرة:



∴ العدد الذري = 3 وهو (الليثيوم Li)

(ج) $(n = 3, l = 1, m_l = -1, m_s = -\frac{1}{2})$

ج / $n = 3$ المستوى الرئيسي سيكون الثالث

$l = 1$ المستوى الثانوي هو المستوى p ويحتوي على ثلاث اوربيتالات

+1 0 -1

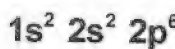
		X
--	--	---

$m_l = -1$ الالكترون الاخير يقع في الاوربيتال المؤشر بحرف X

$m_s = -\frac{1}{2}$ هو الالكترون الثاني

1	1	1
---	---	---

∴ المستوى الثانوي الاخير في الترتيب الالكتروني هو $3p^6$ فالترتيب الالكتروني للذرة:



∴ العدد الذري = 18 وهو (الكريبتون Kr)

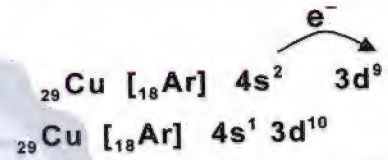
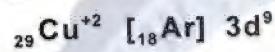
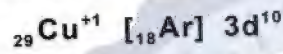
23-1 / اذكر عنصرين على الأقل ينتهي توزيعها الالكتروني الاخير بالمستويات $s^2 d^6$ ؟

ج / (1) عنصر الحديد $^{26}\text{Fe} [\text{Ar}] 4s^2 3d^6$

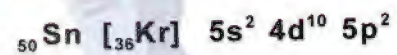
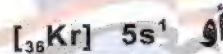
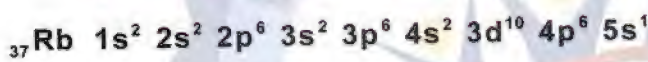
(2) عنصر روثنيوم $^{44}\text{Ru} [\text{Kr}] 5s^2 4d^6$

24-1 / اكتب الترتيب الالكتروني للايونات الاتية : $^{29}\text{Cu}^{+2}$ ، $^{29}\text{Cu}^{+1}$ ؟

يتم فقدان الالكترون من 4s أولا ثم من 3d

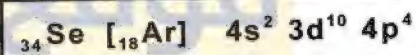
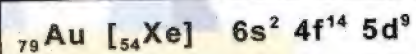
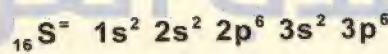


25-1 / اكتب الترتيب الالكتروني للذرات والايونات الاتية : ^{79}Au ، ^{34}Se ، $^{16}\text{S}^{=}$ ، ^{37}Rb ، ^{50}Sn ؟

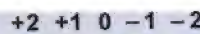
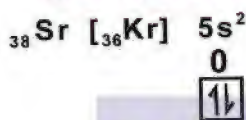


$\text{S}^{=}$ هو ذرة كبريت مكتسبة لالكترونين

أي ($18 = 2 + 16$) الكترون

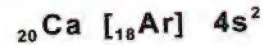


26-1 / قارن بين اعداد الكم الاربعة للالكترون الاخير لكل من ذرات العناصر الاتية : ^{38}Sr ، ^{21}Sc ، ^{20}Ca ؟



$$n=5, \ell=0, m_\ell=0, m_s=-\frac{1}{2}$$

$$n=3, \ell=2, m_\ell=+2, m_s=+\frac{1}{2}$$



$$n=4, \ell=0, m_\ell=0, m_s=-\frac{1}{2}$$

عزيزي الطالب

ان هذه الملزمة التي بين يديك هي نفس الملزمة التي يعتمد عليها مدرس

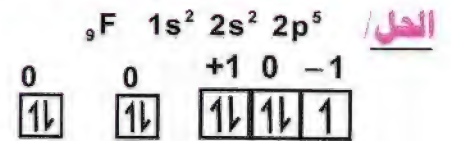
المادة في تدريسه الخصوصي حيث هي خلاصة جهد الاستاذ وهي

خاضعة للتنقيح والتجديد المستمر من قبل مدرس المادة

فاطلب النسخة الاصلية من

مكتب الشمس حصرا

27-1/ اكتب الترتيب الالكتروني لذرة (F) ثم اكتب أعداد الكم لجميع الالكترونات فيها وبين المبدأ الذي يتوافق من خلال ملاحظتك لقيم أعداد الكم للالكترونات ؟



اعداد الكم				الالكترون
m_s	ml	l	n	
$+\frac{1}{2}$	0	0	1	الاول
$-\frac{1}{2}$	0	0	1	الثاني
$+\frac{1}{2}$	0	0	2	الثالث
$-\frac{1}{2}$	0	0	2	الرابع
$+\frac{1}{2}$	+1	1	2	الخامس
$+\frac{1}{2}$	0	1	2	السادس
$+\frac{1}{2}$	-1	1	2	السابع
$-\frac{1}{2}$	+1	1	2	الثامن
$-\frac{1}{2}$	0	1	2	التاسع

المبدأ الذي ينطبق على حل السؤال هو مبدأ الاستثناء لباولي حيث نلاحظ انه لا يوجد لالكترونين في ذرة الفلور اعداد الكم الاربعة لها متطابقة او متشابهة.

28-1/ عين قيم اعداد الكم الاربعة للالكترونات الموجودة في المستوى الرئيسي الأخير لكل من الذرات الآتية:



اعداد الكم				الالكترون
m_s	ml	l	n	
$+\frac{1}{2}$	0	0	3	الحادي عشر
$-\frac{1}{2}$	0	0	3	الثاني عشر
$+\frac{1}{2}$	+1	1	3	الثالث عشر
$+\frac{1}{2}$	0	1	3	الرابع عشر
$+\frac{1}{2}$	-1	1	3	الخامس عشر

اعداد الكم				الالكترون
m_s	ml	l	n	
$+\frac{1}{2}$	0	0	2	الثالث
$-\frac{1}{2}$	0	0	2	الرابع

مكتب الشمس

اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصراً



29-1 / عين قيم اعداد الكم الاربعة للالكترون الاخير فقط لكل من الذرات الاتية: ^{78}Pt , ^{35}Br , ^{19}K

$^{35}\text{Br} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$ $\begin{array}{ccc} +1 & 0 & -1 \\ \boxed{1\downarrow} & \boxed{1\downarrow} & \boxed{1} \end{array}$ $n=4, l=1, m_l=0, m_s=-\frac{1}{2}$	$^{78}\text{Pt} [\text{Xe}] 6s^2 4f^{14} 5d^8$ $\begin{array}{ccccc} +2 & +1 & 0 & -1 & -2 \\ \boxed{1\downarrow} & \boxed{1\downarrow} & \boxed{1\downarrow} & \boxed{1\downarrow} & \boxed{1\downarrow} \end{array}$ $n=5, l=2, m_l=0, m_s=-\frac{1}{2}$	$^{19}\text{K} [\text{Ar}] 4s^1$ $\begin{array}{c} 0 \\ \boxed{1} \end{array}$ $n=4, l=0, m_l=0, m_s=+\frac{1}{2}$
---	--	--

30-1 / اختر الاجابة الصحيحة مما ياتي:

(1) عند تقريب قطب باحث عن الشمال لمغناطيس على الاشعة الكاثودية فان الخط المضيء يتقوس الى:

أ- الاسفل ب- الاعلى ج- لا تتأثر

(2) كتلة الكترون واحد تساوي:

أ- $1.76 \times 10^{11} \text{ C/Kg}$ ب- $1.6 \times 10^{-19} \text{ e}$ ج- $9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$

(3) ينسب اكتشاف النيوترون الى العالم:

أ- ثومسون ب- هنري موزلي ج- جيمس شادويك

(4) يتناسب طول الموجة الضوئية مع ترددها تناسباً:

أ- طردياً ب- عكسياً ج- متساوياً

(5) في ظاهرة التأثير الكهروضوئي اذا تجاوز الاشعاع القيمة الدنيا للانبعاش:

أ- يزداد عدد الالكترونات المنبعثة ب- يقل عدد الالكترونات المنبعثة ج- تزداد الطاقة التي يحملها الالكترون

(6) عدد الكم الذي يحدد شكل السحابة الالكترونية هو:

أ- الرئيسي ب- الثانوي ج- المغناطيسي

(7) قطر الذرة اكبر من قطر نواتها بمقدار:

أ- 1000 مرة ب- 10000 مرة ج- 100000 مرة

(8) اذا كانت قيمة $n = 2$ فانه هناك:

أ- قيمة واحدة محددة لعدد الكم الثانوي = صفر ب- قيمتان محددة لعدد الكم الثانوي = صفر و 1

ج- ثلاث قيم محددة لعدد الكم الثانوي = صفر و 1 و 2

(9) المبدأ الذي ينص على انه لا يمكن لالكترونين في نفس الذرة ان يكون لهما قيم واحدة لكل اعداد الكم الاربعة هو:

أ- مبدأ عدم الدقة لهايزنبرغ ب- مبدأ الاستثناء لباولي ج- مبدأ قاعدة هند

(10) اذا انتهى التوزيع الالكتروني بالمستوى الثاني $2p^6$ فهناك احتمال:

- أ- ان تكون ذرة عنصر واحد فقط وهو عنصر ^{10}Ne ب- ان تكون هناك ذرتي عنصر وهما ^9F و ^{10}Ne

ج- ان يكون هناك اكثر من ذرة عنصر بالاضافة الى ^{10}Ne وهي العناصر التي فقدت او اكتسبت الكترونات ليصبح ترتيبها مثل ذرة عنصر ^{10}Ne

(11) اذا انتهى التوزيع الالكتروني لذرة عنصر ما $4s^2 3d^5$ فان اعداد الكم الاربعة للالكترون الاخير تكون:

أ- $n=3, \ell=2, m\ell=-2, m_s=+\frac{1}{2}$ ب- $n=4, \ell=2, m\ell=+2, m_s=+\frac{1}{2}$

ج- $n=4, \ell=2, m\ell=-2, m_s=+\frac{1}{2}$

(12) اذا كانت قيم اعداد الكم الاربعة للالكترون الاخير في ذرة عنصر ما هي: $n=3, \ell=1, m\ell=0, m_s=+\frac{1}{2}$

فان العدد الذري للعنصر يكون:

- أ- 12 ب- 13 ج- 14

الحل / $n=3$ المستوى الرئيسي سيكون الثالث

$\ell=1$ المستوى الثاني هو المستوى p ويحتوي على ثلاث اوربيتالات

$m\ell=0$ الالكترون يقع في الاروبيتال المؤشر بحرف X

$+1 \ 0 \ -1$

	X	
--	---	--

$m_s=+\frac{1}{2}$ هو الالكترون الاول

$+1 \ 0 \ -1$

1	1	
---	---	--

ينتهي الترتيب الالكتروني بالمستوى الثاني $3p$ ويحتوي على الكترونين.

∴ الترتيب الالكتروني: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

∴ العدد الذري = 14

(13) اذا كانت قيم اعداد الكم الاربعة للالكترون ما قبل الاخير في ذرة عنصر ما هي: $n=2, \ell=1, m\ell=0, m_s=-\frac{1}{2}$

فان العدد الذري للعنصر يكون:

- أ- 9 ب- 10 ج- 11

الحل / $n=2$ المستوى الرئيسي سيكون الثاني

$\ell=1$ المستوى الثاني هو المستوى p ويحتوي على ثلاث اوربيتالات

$m\ell=0$ الالكترون ما قبل الاخير يقع في الاروبيتال المؤشر بحرف X

$+1 \ 0 \ -1$

	X	
--	---	--

$m_s=-\frac{1}{2}$ الالكترون ما قبل الاخير هو الثاني

$+1 \ 0 \ -1$

1	1	1
---	---	---

∴ المستوى الثاني في الترتيب الالكتروني هو $2p^6$ وعليه فالترتيب الالكتروني للذرة: $1s^2 2s^2 2p^6$

∴ العدد الذري = 10

(14) الترتيب الالكتروني لذرة عنصر ما كانت $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ فان اعداد الكم الاربعة للالكترونات الموجودة في المستوى الثاني $3p^3$ سوف تختلف فقط.

أ. عدد الكم الثاني ب. عدد الكم المغناطيسي ج. عدد الكم المغزلي

(15) اعداد الكم الاربعة للالكترونات الموجودة في المستوى الثاني $4s^2$ سوف تختلف فقط في

أ. عدد الكم الثاني ب. عدد الكم المغناطيسي ج. عدد الكم المغزلي

(16) اعداد الكم الاربعة للالكترونات الموجودة في المستوى الثاني $5p^6$ سوف تختلف فقط في

أ. عدد الكم الثاني والمغزلي ب. عدد الكم الثاني والمغناطيسي ج. عدد الكم المغناطيسي والمغزلي

(17) افترض بور في نظريته ان الالكترونات تدور في :

أ. مدارات ذات حجم ثابت وطاقة ثابتة ب. مدارات ذات حجم ثابت وطاقة متغيرة ج. مدارات ذات حجم متغير وطاقة ثابتة

(18) في انبوبة التفريغ الكهربائي تسمى الجسيمات الموجبة التي تتزلق من خلال الثقب الى منطقة خلف الكاثود

أ. بالاشعة الكاثودية ب. باشعة القناة ج. باشعة X

(19) اذا فرضنا ان الذرة تشمل نواتها بروتونات فقط فهذا يعني :

أ. لا يوجد اختلاف في العدد الذري لجميع ذرات العناصر ب. لا يوجد اختلاف في عدد الكتلة لجميع ذرات العناصر

ج. لا يوجد اختلاف في عدد الكتلة لجميع ذرات العنصر الواحد

(20) افترض بلانك عندما كان يدرس ظاهرة انبعاث الضوء من الاجسام الساخنة

أ. ان الاجسام الساخنة تطلق الطاقة الكهرومغناطيسية على شكل موجات

ب. ان الاجسام الساخنة تطلق الطاقة الكهرومغناطيسية على شكل كميات صغيرة محدودة

ج. ان الاجسام الساخنة تطلق الطاقة الكهرومغناطيسية على شكل كميات صغيرة مستمرة

(21) تكون الذرة في حالة استشارة

أ. عندما تكون طاقة الذرة بالمستوى المستقر

ب. عندما يصبح مستوى الطاقة الكامنة في الذرة اعلى من المستوى المستقر

ج. عندما تفقد الطاقة في شكل اشعة كهرومغناطيسية (فوتون)

(22) عدد الكم الذي يشير الى اتجاه الاوربيتال حول النواة هو :

أ. عدد الكم الثاني ب. عدد الكم المغناطيسي ج. عدد الكم المغزلي

(23) عدد الكم الرئيسي تكون قيمته مساوية دائما لعدد :

أ. المستويات الثانية ب. الاوربيتالات ج. الالكترونات

(24) يدور الالكترون في مدار ثابت اي ذي قطر محدد وطاقة محددة (حسب فرض بور) ونتيجة دورانه هذا

أ. يبعث طاقة ب. يمتص طاقة ج. لا يبعث طاقة

الفصل الثاني

قوى الترابط والأشكال الهندسية للجزيئات

علل/ تميز جميع عناصر زمرة العناصر النبيلة عن باقي العناصر الموجودة في الطبيعة بأنها تكون خاملة كيميائياً وغالباً غير فعالة في الظروف الاعتيادية؟

ج/ لان مستوى الطاقة الخارجي لها مشبع بالالكترونات بخلاف العناصر الاخرى.

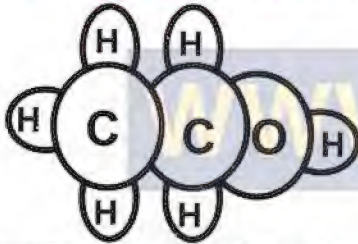
التاصر الكيميائي/ وهو ظاهرة ارتباط الذرات او الايونات مع بعضها بقوة تدعى الاصرة الكيميائية لتكوين الجزيئات التساهمية او المركبات الايونية او غيرها.

س/ لماذا تتحد ذرات العناصر مع بعضها ؟ هل ان اتحاد ذرات العناصر يكون مركبات دائماً؟ ناقش

اجابتك علمياً مع مثالين في الاقل؟ 8 - اسئلة الفصل

ج/ تتحد الذرات مع بعضها لكي تصل كل ذرة الى حالة اكثر استقراراً من بقائها متفرقة عن طريق اشباع (امتلاء) غلافها الخارجي بالالكترونات اما بفقدان او اكتساب او المشاركة بالكترون او اكثر . وحصول الذرة على الترتيب الالكتروني المشبع المشابه للترتيب الالكتروني لا قرب غاز نبيل كالهيليوم والنيون والاركون . وليس من الضروري ان تتكون مركبات من اتحاد الذرات فقد تتكون جزيئات عناصر اكثر استقراراً من ذراتها الحرة كما هو الحال مع العديد من العناصر ومنها H_2 و O_2 و N_2 و P_4 و S_8 و C_{60} وغيرها أما المركبات فتنتج جزيئاتها عند اتحاد ذرات عناصر مختلفة مثل: H_2O و $Ca_3(PO_4)_2$ و C_6H_6 الخ

3- جزيء الكحول الايثيلي (C_2H_6O)



2- جزيء CO_2



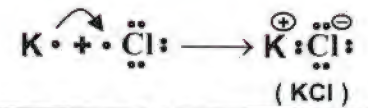
1- جزيء الماء



4- عند اتحاد ذرة الهيدروجين مع اخرى يتكون جزيء غاز الهيدروجين H_2 لوصول كل ذرة الى ترتيب الكتروني



5- عند اتحاد ذرة كلور مع ذرة بوتاسيوم يتكون كلوريد البوتاسيوم (مركب ايوني) للوصول الى ترتيب الكتروني مستقر



ملاحظة/ هناك عناصر توجد في الطبيعة بالهيئة الجزيئية مثل عناصر الاوكسجين O_2 والنيتروجين N_2 والكبريت S_8 والكلور Cl_2 والفلور F_2 والهيدروجين H_2 حيث ترتبط الذرات مع بعضها باواصر **علل/** نتيجة لاعادة نمط ارتباط الالكترونات الموجودة في الاوربيتالات الخارجية فيما بين الذرات لوصول الاوربيتالات الخارجية لذرات العناصر في هذه الجزيئات الى الاشباع (وهو ما يشابه الترتيب الالكتروني للغازات النبيلة).

التفاعل الكيميائي هو تفاعل يحصل بين ذرات عنصرين لتشكيل جزيء مركب جديد يمتلك صفات كيميائية وفيزيائية تختلف تماماً عن صفات العناصر الداخلة في التفاعل وغايته تكوين اوربيتالات مشبعة بالالكترونات من خلال فقدان او اكتساب او المشاركة بالالكترونات لبلوغ حالة الاستقرار الكيميائي.

حقائق علمية وملاحظات حول التفاعل الكيميائي

- 1- لا تدخل نوى ذرات العناصر كطرف في التفاعل الكيميائي وكذلك الحال للأغلفة الالكترونية الداخلية واوربيتالاتها المشبعة والمستقرة.
- 2- يقتصر التفاعل الكيميائي على مشاركة الكترونات التكافؤ الموجودة في اوربيتالات الغلاف الخارجي غير المشبع فقط
- 3- ترتبط ذرات العناصر الداخلة في تكوين المركب بقوة ارتباط تتباين باختلاف العناصر المشاركة. ويتوقف ثبات او ضعف الاواصر في المركب الناتج على طبيعة القوى الرابطة بين الذرات (الاصرة) واهمها الكهرسلبية للذرات المشاركة.
- 4- عند تجزئة المركب الى عناصره الاولى، اي فصل العنصرين عن بعضهما باساليب كيميائية او فيزيائية متنوعة واعادتهما الى هيتي العنصرين يتطلب تفكيك القوى الرابطة (كسر الاصرة) وان كسر الاصرة يحتاج الى طاقة مساوية للطاقة التي انبعثت عند تكوينها.
- 5- عندما تتحد ذرات العناصر يتم اعادة الترتيب الالكتروني للاوربيتالات الذرية الخارجية غير المشبعة المشاركة وصولاً الى حالة اكثر استقراراً، حيث تمتلك هذه الذرات عندئذ (في جزيئاتها) اوربيتالات جزيئية مشبعة.

رمز لويس (ترتيب لويس) هو ترتيب الالكترونات الموجودة في الغلاف الخارجي لذرة العنصر في مستوى الطاقة p و s فقط بطريقة صورية وكما يأتي:

يُكتب رمز العنصر الكيميائي محاطاً بنقاط تمثل كل نقطة الكتروناً واحداً وتمثل كل نقطتين متجاورتين زوجاً الكترونياً ويتم توزيع هذه النقاط بحيث لا يزيد عددها في كل جهة من الجهات الاربعة المحيطة بالرمز على نقطتين الى يمين الرمز ونقطتين الى يساره ونقطتين اعلاه ونقطتين اسفله.

الرمز : (حيث يستوعب ترتيب لويس 8 إلكترون والتي تمثل مجموع الكترونات s و p)

مثال / اكتب رمز لويس لكل من ذرات العناصر الآتية:

(المغنيسيوم Mg_{12} ، الكلور Cl_{17} ، البورون B_5 ، الفلور F_9 ، الفسفور P_{15})

الحل / الترتيب الالكتروني لذرة المغنيسيوم $Mg_{12} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ لذا فـ رمز لويس لذرة المغنيسيوم هو $\cdot Mg \cdot$

رمز لويس $\cdot \ddot{Cl} \cdot$ $Cl_{17} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ رمز لويس $\cdot \ddot{B} \cdot$ $B_5 : 1s^2 2s^2 2p^1$

رمز لويس $\cdot \ddot{F} \cdot$ $F_9 : 1s^2 2s^2 2p^5$ رمز لويس $\cdot \ddot{P} \cdot$ $P_{15} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

- ان هذه الالكترونات (الخارجية) الموضحة في ترتيب لويس تحدد (1) طبيعة الاواصر بين الذرات (2) الصيغ الكيميائية للمركبات الناتجة عن اتحاد الذرات مع بعضها.

تمرين (1-2)

اكتب رمز لويس للذرات : S_{16} ، Na_{11} ، Ne_{10}

الحل / رمز لويس $Ne_{10} : 1s^2 2s^2 2p^6$ $\cdot \ddot{Ne} \cdot$

رمز لويس $Na_{11} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ $\cdot Na \cdot$

رمز لويس $S_{16} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ $\cdot \ddot{S} \cdot$

ملاحظة / ان الذرات عند تكوين الاصرة التساهمية تتشارك بعدد من الالكترونات ليصبح ترتيبها الالكتروني مشابها لترتيب الغاز النبيل الاقرب اليها.

كتابة ترتيب لويس للجزيئات

① جزيئة الماء H_2O / الترتيب الالكتروني لذرة H هو $(1s^1)$ ورمز لويس لها $(H\cdot)$

الترتيب الالكتروني لذرة O هو $(1s^2 2s^2 2p^4)$ ورمز لويس لها $\cdot\ddot{O}\cdot$ وجزيئة الماء تكون $H:\ddot{O}:H$

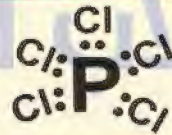
② جزيئة الامونيا NH_3 / الترتيب الالكتروني لذرة N هو $(1s^2 2s^2 2p^3)$ ورمز لويس لها $\cdot\ddot{N}\cdot$

الترتيب الالكتروني لذرة H هو $(1s^1)$ ورمز لويس لها $(H\cdot)$ ورمز لويس لجزيئة الامونيا $H:\ddot{N}:H$

قاعدة الثمانية تحاط الذرة المركزية في الجزيء (التركيب) بثمانية الكترونات. ولا تنطبق هذه القاعدة على جميع الذرات في الجزيئات.

① مثال جزيئة الماء $H:\ddot{O}:H$ وجزيئة الامونيا $H:\ddot{N}:H$ تنطبق قاعدة الثمانية على كل من ذرة O و N في هذه المركبات والتي تحاط بثمانية الكترونات

لا تنطبق قاعدة الثمانية على ذرة الفسفور P المركزية التي احيطت بعشرة الكترونات وذرة البورون B التي احيطت بستة الكترونات



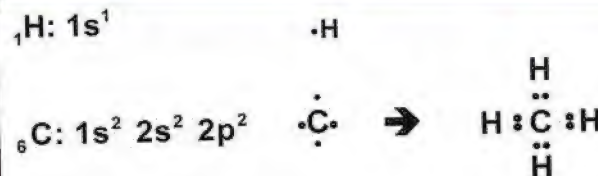
② مثال جزيء خماسي كلوريد الفسفور PCl_5 وجزيء ثلاثي فلوريد البورون BF_3 $(F:\ddot{B}:F)$

تمرين (2-2)

اي من هذه الجزيئات تنطبق على ذرة المركزية قاعدة الثمانية CH_4 او BeF_2 علما بان العدد الذري $F=9$ و $Be=4$ و $H=1$ و $C=6$

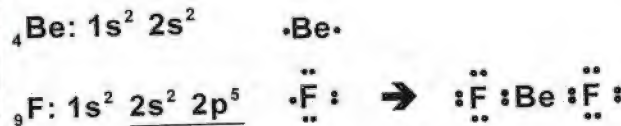
الحل / جزيء CH_4

تنطبق قاعدة الثمانية على ذرة الكربون C المركزية في جزيء CH_4



جزيء BeF_2

لا تنطبق قاعدة الثمانية على ذرة البريليوم Be المركزية حيث تحاط بأربعة الكترونات



٩ - ا- اسئلة الفصل

- ج هي القوة الرابطة بين ذرتين لعنصر معين او لعنصرين مختلفين وصولا للحالة الاكثر استقرارا من بقاء الذرات حرّة. ويعتمد نوع الاصرة الكيميائية وقوتها على الترتيب الالكتروني للذرات المكونة للاصرة.
- ان نشوء اي نوع من الاواصر (شروط تكوينها) يعتمد على:
- ① الترتيب الالكتروني للذرات. ② قيمة كهربية الذرات



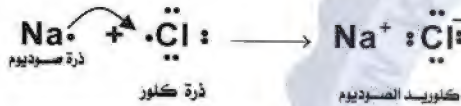
أنواع الأواصر الكيميائية

① الأصرة الايونية ② الأصرة التساهمية ③ الأصرة التناسقية ④ الأصرة الفلزية ⑤ الأصرة الهيدروجينية

س/ ما الأصرة الايونية ؟ وما شروط تكوينها ؟ 10 - أ. اسئلة الفصل

ج/ هي قوة التجاذب الكهربائية بين ايونين مختلفين في الشحنة الكهربائية احدهما فلز يحمل شحنة موجبة تفقده الكترونا او اكثر والاخر لا فلز يحمل شحنة سالبة لاكتسابها الكترونا او اكثر

شروط تكوينها ان تكون الذرات المتحددة ذات كهرسلبية مختلفة احدهما مستعدة لفقدان الكترون (أو أكثر) تمتلك كهرسلبية واطنة (فلزات) والاخرى تمتلك كهرسلبية عالية (لا فلزات) مستعدة لاكتساب الكترون (أو أكثر) (اي انتقال الكترون التكافؤ انتقالا كاملا) مع توفر ظروف التفاعل المناسبة حيث تكون قيمة الفرق في الكهرسلبية (2) فما فوق. كما في تفاعل الصوديوم مع الكلور.



س/ ما نوع الأصرة بين الليثيوم Li والفلور F ؟



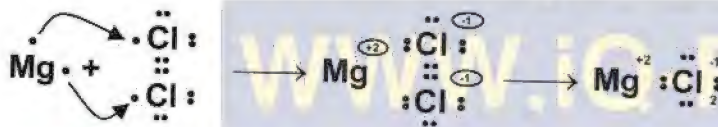
ج/ ${}_{9}\text{F}: 1s^2 2s^2 2p^5$ ، ${}_{3}\text{Li}: 1s^2 2s^1$

فلوريد الليثيوم
مركب ايوني

تفقد ذرة الليثيوم الكتروناتها لتتسب (في الغلاف الرئيسي الثاني) بينما الفلور يكتسب الكترون ذرة الليثيوم المفقود ليتسب غلافه الرئيسي الخارجي (الثاني) بـ 8 إلكترون

س/ وضح نشوء الأصرة الايونية في كلوريد المغنيسيوم MgCl_2 (${}_{17}\text{Cl}$ ، ${}_{12}\text{Mg}$)

ج/ ${}_{17}\text{Cl}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ ، ${}_{12}\text{Mg}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$



نوع الأصرة ايونية حيث تفقد ذرة Mg الكترونين لتتسب في الغلاف الرئيسي الثاني فيصبح ترتيبها $2s^2 2p^6$ متحولة الى الايون الموجب Mg^{2+} وتكتسب كل ذرة Cl احدى الالكترونات المفقودين من ذرة Mg لتتسب في الغلاف الخارجي الرئيسي الثالث $3s^2 3p^6$ متحولة الى الايون السالب وتكوين المركب الايوني كلوريد المغنيسيوم.

• في الأصرة الايونية ترتبط الايونات المختلفة الشحنة نتيجة التجاذب الالكتروستاتيكي مكونة شبكة بلورية معقدة ومتعادلة الشحنة مثل الأصرة في NaCl و KCl و MgCl_2 و KF و CaCl_2 ، وجميع هيدريدات عناصر زمرة الفلزات القلوية وفلزات التربة القلوية مثل هيدريد الصوديوم NaH

س/ ما اهم خواص المركبات الايونية ؟ 10 - ج. اسئلة الفصل

- ج/ (1) توجد على شكل شبكات بلورية (وهي ترتيب هندسي منتظم للايونات السالبة والايونات الموجبة).
- (2) تمتلك درجات انصهار وجليان مرتفعة جدا، وهي نتيجة للطاقة العالية اللازمة للتغلب على قوى التجاذب بين الايونات السالبة والايونات الموجبة ولتكسير الشبكية البلورية.
- (3) عدم قدرتها على التوصيل الكهربائي في الحالة الصلبة نظرا لارتباط الايونات وعدم قدرتها على الحركة داخل الشبكة البلورية بينما تصبح موصلة للكهرباء عند صهرها او اذابتها في الماء حيث تكون الايونات عندئذ حرة الحركة في المنصهر وفي المحلول المائي.
- (4) تذوب في المذيبات القطبية كالماء ولا تذوب في المذيبات العضوية اللاقطبية كالبنزين او الايثر



علل / عدم قدرة المركبات الأيونية على التوصيل الكهربائي في الحالة الصلبة بينما تصبح موصلة للكهرباء عند صهرها أو إذابتها في الماء ؟ 4-1 - اسئلة الفصل

ج / لانه في الحالة الصلبة ترتبط الايونات وعدم قدرتها على الحركة داخل الشبكة البلورية وعند صهرها او اذابتها في الماء ستكون الايونات موجبة واخرى سالبة حرّة الحركة في المنصهر وفي المحلول المائي نحو الاقطاب المعاكسة لشحنتها فتنتقل الكهربائية.

الاصرة التساهمية وهي القوة الرابطة بين ذرتين متساويتين في الكهرسلبية او بينهما اختلاف طفيف فيها. وتنشأ عندما تشارك كل ذرة بالكترون من غلافها الخارجي وتشارك الذرتان بهذا الزوج الالكتروني (:) والذي يُعبر عن الاصرة التساهمية.

- في حالة التساوي او الاختلاف الطفيف للكهرسلبية بين الذرتين المشاركتين يصعب انتقال الكترون التكافؤ انتقالا كاملا من ذرة الى اخرى حيث تساهم (تشارك) كلتا الذرتين في تكوين المزدوج الالكتروني (الاصرة التساهمية) ولا تظهر شحنات على الذرات.
- غالبا ما تتكون الاصرة التساهمية بين اللافلزات.

انواع الاواصر التساهمية

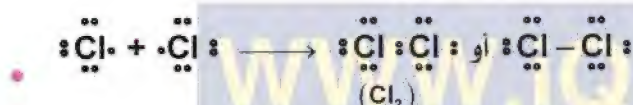
أ- الاصرة التساهمية النقية وهي اصرة تنشأ بين ذرتي عنصر لا فلزي حيث تكونان متشابهتين في الكهرسلبية او بين ذرتي عنصرين متشابهين في الكهرسلبية والتي يكون الفرق في الكهرسلبية بينها يساوي صفر في الحالتين وان زوج الالكترونات سيقضي وقتا متساويا في حيازة كلتا الذرتين.

امثلة

(1) الاصرة التساهمية الاحادية (منفردة) أي المشاركة بمزدوج الكتروني واحد ويعبر عنها (- او :) كما في جزيئة الهيدروجين H₂ والكلور Cl₂ والفلور F₂



الفرق في الكهرسلبية = 2.1 - 2.1 = صفر



الفرق في الكهرسلبية = 3 - 3 = صفر

(2) الاصرة التساهمية المزدوجة (= او ::) / في حزيء الاوكسجين O₂ (: $\ddot{O} = \ddot{O} :$)

(3) الاصرة التساهمية الثلاثية / أي المشاركة بثلاث مزدوجات الكترونية (≡ او ::::)

في جزيئة النتروجين N₂ (: N ≡ N :)

ب- الاصرة التساهمية القطبية (المستقطبة) وهي الاصرة التساهمية المتكونة بين ذرتين يكون الفرق بينهما في الكهرسلبية محسوسا نسبيا (متقاربا) بحيث يجذب المزدوج الالكتروني الرابط بينهما نحو الذرة ذات الكهرسلبية الاعلى مكسبا اياها شحنة سالبة جزئية (دلتا سالب δ⁻) وتكون الذرة الثانية ذات شحنة موجبة جزئية (دلتا موجب δ⁺) وتمثل الاصرة ايضا بخط مستقيم.

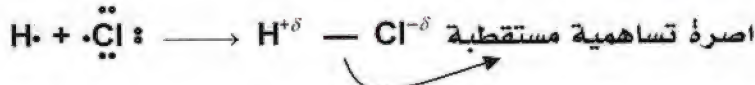
- تنشأ الاصرة التساهمية المستقطبة عندما يكون الفرق في الكهرسلبية بين الذرتين اكبر من صفر واقل من 1.7 والمركب المتكون هو مركب قطبي (متعادل كهربائيا)

- تكون الاصرة التساهمية المستقطبة بين اللافلزات فقط او بصورة خاصة بين H واي عنصر لا فلزي اخر مثل I , Br , F , Cl , N , O

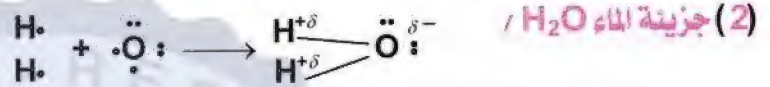


أمثلة /

(1) الاصرة التساهمية المستقطبة في جزيئة كلوريد الهيدروجين HCl (مركب قطبي) /

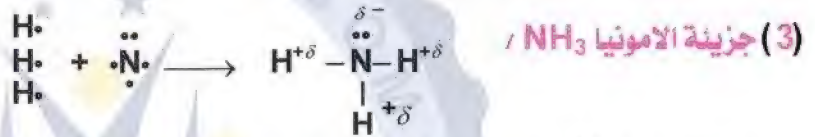


فرق الكهرسلبية = 2.1 - 3 = 0.9 ان الزوج الالكتروني اقرب الى الكلور وابتعد عن الهيدروجين.



(2) جزيئة الماء H₂O /

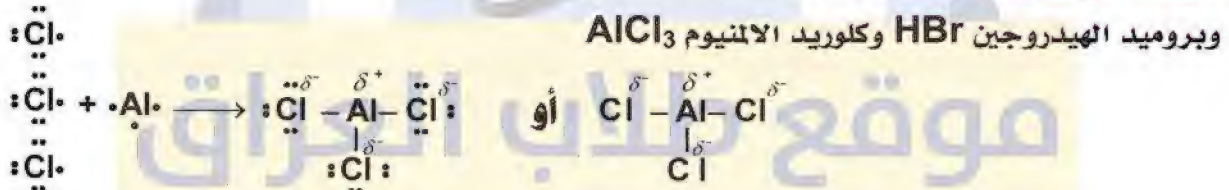
كهرسلبية الاوكسجين اعلى من H والزوجين الالكترونين المكونين للاصرة المستقطبة اقرب لذرة O



(3) جزيئة الامونيا NH₃ /

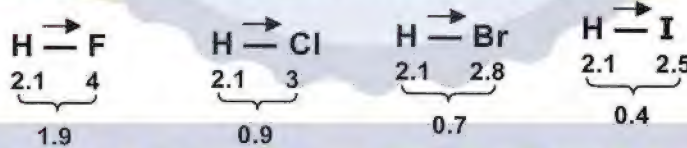
كهرسلبية N (3) اكبر من H (2.1) والازواج الالكترونية الثلاث اقرب للنتروجين.

(4) بالاضافة الى فلوريد الهيدروجين HF



وبروميد الهيدروجين HBr وكلوريد الالمنيوم AlCl₃

الفرق في الكهرسلبية بين ذرة Cl و Al (1.5 = 1.5 - 3) وكل زوج الكتروني اقرب الى ذرة Cl



(الاكثر قطبية)

نقصان القطبية

(الاقل قطبية)

تمرين (2-3)

استخدم رمز لويس للذرات F و O و N لتوضيح تكون الاواصر التساهمية المفردة والمزدوجة والثلاثية .



ج / تتكون (في جزء الفلور F₂ اصرة تساهمية مفردة)



في جزيء الاوكسجين O₂ تتكون (اصرة تساهمية مزدوجة)



في جزيء النتروجين N₂ تتكون (اصرة تساهمية ثلاثية)

س / ماهي مميزات (صفات) المركبات التي تمتلك اواصر تساهمية ؟

ج / (1) درجة الانصهار والغليان منخفضة فلا تحتاج الى طاقة حرارية عالية لان قوى التجاذب بين جزيئاتها ضعيفة

(2) لاتوصل التيار الكهربائي لانها لاتكون ايونات سالبة او موجبة في منصهراتها او محاليلها

(3) لاتذوب معظمها في المذيبات القطبية كالماء بينما تذوب في المذيبات العضوية كالايثر والبنزين



الاصرة التناسقية (التعاضدية): وهي اصره تساهمية خاصة بين ذرتين تمنح احدهما المزدوج الالكتروني من غلافها الخارجي الى الذرة الثانية المحتوية على اوربيتال فارغ في غلافها الخارجي ، ويكون هذا الزوج الالكتروني مشتركا بين الذرتين.

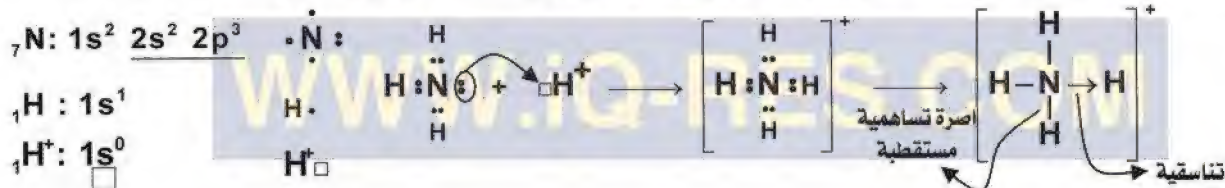
- شروط تكوينها بين ذرتين: تتكون (تنشأ) الاصره التناسقية عندما تقدم احدى الذرتين زوجا من الالكترونات الى ذرة اخرى لها القدرة على استقبال هذا الزوج الالكتروني لتكوين الاصره والذي يكون مشتركا بين الذرتين.

• ملاحظات/

- (1) الذرة المانحة للالكترونات هي (قاعدة لويس) وتحتوي زوج الكتروني حر مثل ذرة الاوكسجين في جزيء الماء H_2O أو ذرة النتروجين في الامونيا NH_3 :
- (2) الذرة المستقبلة (الكاسية) هي (حامض لويس) تحتوي على اوربيتال فارغ في غلافها الخارجي يستقبل الزوج الالكتروني القادم من الذرة الاخرى مثل ايون ذرة الهيدروجين H^+
- (3) غالبا ما تكون الفلزات الانتقالية هي حوامض لويس (ذرة مستقبلة للزوج الالكتروني) لان لها اوربيتالات فارغة من نوع d مثل النيكل Ni
- (4) ان الاصره التناسقية هي نوع خاص من الاصره التساهمية الا ان مصدر زوج الالكترونات هو من ذرة واحدة فقط
- (5) تكون الاصره التناسقية اطول واضعف من الاصره التساهمية.
- (6) تمثل الاصره التناسقية في ترتيب (رسم) لويس بسهم صغير (→) تتجه من الذرة المانحة نحو الذرة المستقبلة بدلا من الخط (-) الذي يمثل الاصره التساهمية.

مثال/ وضع بالرسم نشوء الاصره التناسقية في ايون الامونيوم NH_4^+

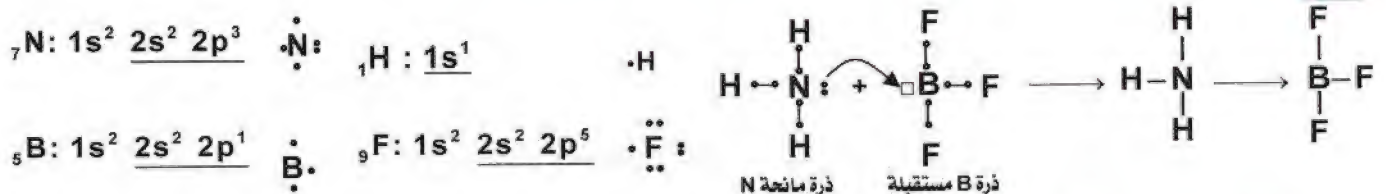
الحل/ يتكون هذا الايون من ارتباط الامونيا NH_3 بايون الهيدروجين H^+ في المحلول المائي



ان ذرة N تمتلك مزدوجا من الالكترونات غير المشاركة في جزيء NH_3 يمكن ان تشارك به ، وايون الهيدروجين H^+ يمتلك اوربيتالا فارغا يمكنه استقبال هذا الزوج وعند اقتراب جزيء الامونيا من الهيدروجين H^+ الى حد كاف يحدث التجاذب بينهما ويصبح هذا المزدوج مشتركا بين الذرتين كما في الاصره التساهمية تماما ويتكون ايون NH_4^+

مثال/ ما نوع الاصره بين الامونيا NH_3 وثلاثي فلوريد البورون BF_3

الحل/



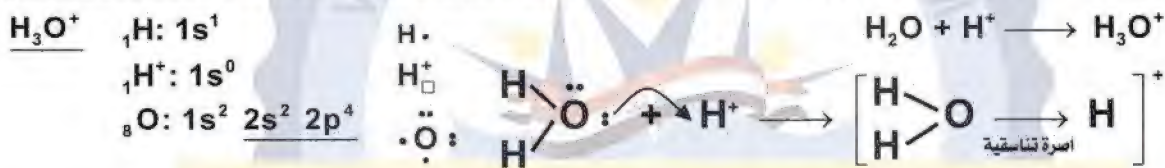
∴ نوع الاصره هي اصره تناسقية

تمرين (2-4)

مثل أيوني H_3O^+ , BF_4^- باستخدام ترتيب رمز لويس وفسر تكوين الاصرة التناسقية فيهما
(الحل)



نلاحظ ان ايون الفلوريد F^{-} منح مزدوج الكتروني الى ذرة B التي تحتوي اوربيتال فارغ (في جزيء BF_3) واصبح المزدوج الالكتروني مشتركاً بين الذرتين ونشوء اصرة قناسقية بين الذرتين ($F \rightarrow B$) وتكوين الايون BF_4^{-}



ان ذرة O قد منحت مزدوج الكتروني الى ايون الهيدروجين الموجب الذي يحتوي اوربيتال فارغ واصبح المزدوج الالكتروني مشتركاً بين الذرتين ونشوء اصرة تساهمية تناسقية بينهما وتكوين الايون H_3O^+

س/ ما الاصرة الفلزية ؟ وما تأثيرها على خواص الفلزات النقية ؟ 14 - اسئلة الفصل

- (الحل) **الاصرة الفلزية** : وهي اصرة كيميائية (قوة) تربط ذرات الفلز مع بعضها وتنشأ من مشاركة كل ذرة فلزية بالكترونات تكافؤها (الالكترونات الخارجية) جميع ذرات الفلز أي تصبح الكترونات تكافوء كل الذرات ملكاً لجميع الذرات. ويمكن تصور ذرات الفلز بانها مغمورة في بحر من الالكترونات حرة الحركة من ناحية ومن ناحية اخرى فان هذه الالكترونات منجذبة الى جميع ذرات الفلز في الوقت نفسه وهذه الاصرة هي السبب في قوة توصيل الفلزات للحرارة والكهربائية ومتانة وقوة الفلزات وكثافتها العالية.
- كلما ازدادت قوة الاصرة الفلزية زاد تماسك الفلز ويصبح اكثر صلابة واعلى في درجة الغليان والانصهار
 - بالاضافة الى خاصية التوصيل الكهربائي والحراري للفلزات وقابلية الطرق والسحب.
 - تعزى نشوء الاصرة الفلزية الى مساهمة الكترونات الغلاف الخارجي (الالكترونات التكافؤ) للذرات الفلزية (في الحالة الصلبة) في تكوين بلوره من الذرات مع امتلاك الالكترونات حرية الحركة ضمن هذه البلورة.
 - عندما ترتبط ذرات الفلزات مع بعضها فانها لا تصل الترتيب الالكتروني للغازات النبيلة.
 - تفقد ذرات الفلزات مثل الصوديوم والبوتاسيوم الكترونات تكافؤها بسهولة لتصبح ايونات موجبة لان كهسليبيتها منخفضة.

س/ وضح كيف تتأثر (تعتمد) قوة الاصرة الفلزية

① بكثافة الشحنة ② عدد الكترونات حزمة التكافؤ في ذرات الفلز ؟

(الحل) ① كثافة الشحنة تساوي $\frac{\text{شحنة الايون}}{\text{حجم الايون}}$ ، (حجم الايون) يتناسب مع عدد المدارات.

(شحنة الايون) هي الشحنة التي يكتسبها الفلز بعد ان يخسر الالكترونات الموجودة في المدار الاخير (الخارجي) وقد تكون (+1 , +2 , +3) فكلما زادت شحنة الايون كانت كثافة الشحنة على الايون اعلى وبالتالي زيادة قوة الاصرة الفلزية فتكون درجة الانصهار اعلى.

- ② عدد الكثرونات حزمة التكافؤ كلما زادت الكثرونات حزمة التكافؤ (وبالتالي زيادة شحنة الايون) زادت قوة الاصره الفلزية فزاد تماسك الفلز ويصبح اكثر صلابه واعلى في درجة الغليان.
- خلاصة تعتمد زيادة قوة الاصره الفلزية على (1) زيادة عدد الكثرونات حزمة التكافؤ وبالتالي زيادة شحنة الايون وكذلك (2) زيادة كثافة الشحنة على الايون.

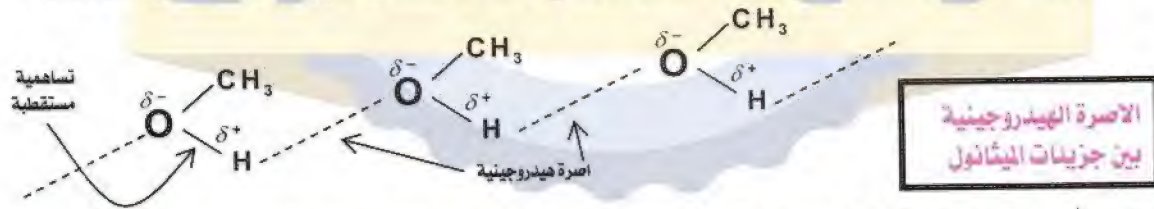
علل/ وجود التوصيل الكهربائي والتوصيل الحراري للملترات ؟

الحل/ بسبب سهولة حركة الاكثرونات الحره بين الذرات الفلزية.

س/ ماذا يقصد بالاصره الهيدروجينية ؟ وضح ذلك بمثال ثم ارسم الاواصر الهيدروجينية بين جزيئات

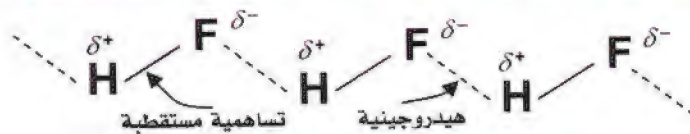
الميثانول CH_3OH ؟ 11 - اسئلة الفصل

- ج/ الاصره الهيدروجينية وهي قوة تجاذب فيزيائية تنشأ بين النهايات المختلفة الشحنة للجزيئات التساهمية المستقطبة (ذات اواصر تساهمية مستقطبة) وليست اصره كيميائية حقيقية لذا تكون قوتها اقل بكثير من الاواصر الاخرى وتتكون هذه الاصره بسبب التجاذب الذي يحصل بين الطرف الموجب (ذو شحنة جزئية موجبة) وهو ذره الهيدروجين في جزيء والطرف السالب (ذو شحنة جزئية سالبة) وهو ذره (تمتلك مزدوجا الكثرونيا او اكثر) مجاوره في جزيئة اخرى وهي ذرات الاوكسجين والفلور والنتروجين ويرمز لهذه الاصره بخط منقط (---) .
- امثلة/** كما في جزيئات الماء والامونيا وفلوريد الهيدروجين وغيرها المتكثلة بتاثير الاواصر الهيدروجينية.

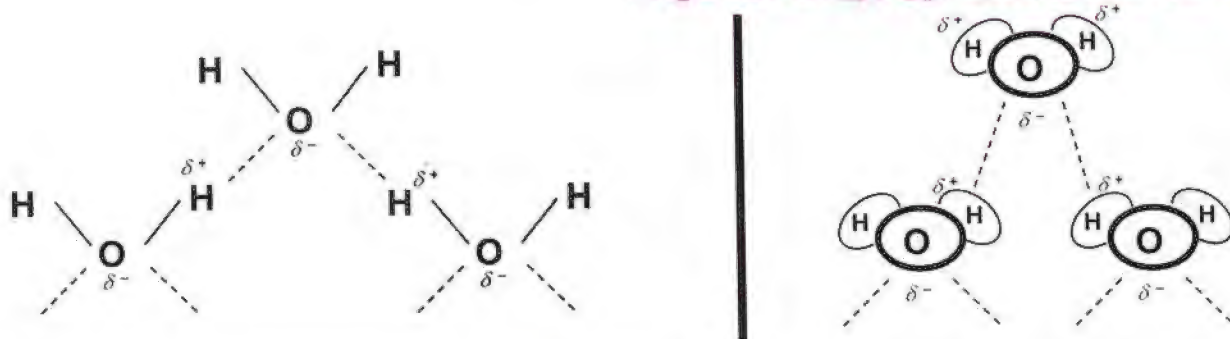


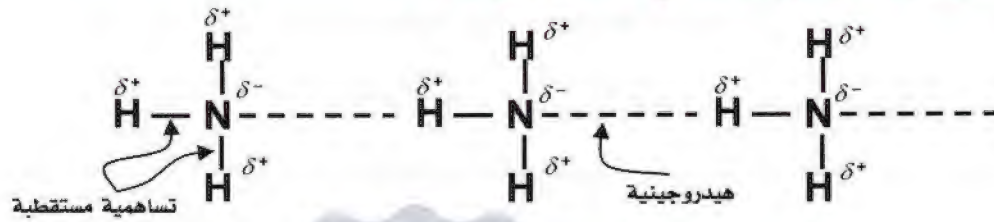
- تسبب الاصره الهيدروجينية ارتفاع درجة غليان الماء ودرجة انصهار الجليد و (تعدد حجم الماء عند الانجماد مما يسبب طفو الثلج في الماء).
- ان الاصره الهيدروجينية هي قوة ارتباط فيزيائية ضعيفة تنشأ بين الجزيئات وليست اصره كيميائية حقيقية لذا تكون قوتها اقل بكثير من الاواصر الاخرى المعروفة.

س/ ارسم الاواصر الهيدروجينية في سائل فلوريد الهيدروجين HF ؟



س/ ارسم الاواصر الهيدروجينية بين جزيئات الماء H_2O ؟

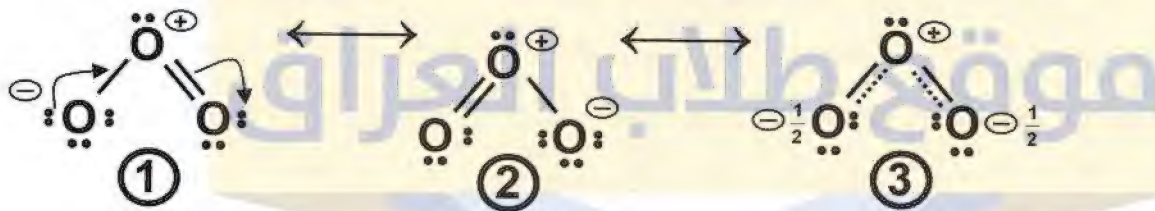
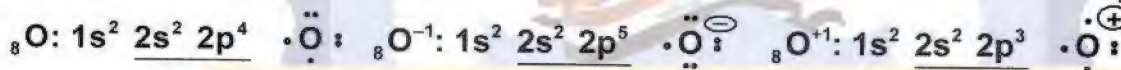


س/ ارسم الاواصر الهيدروجينية في سائل الامونيا NH_3 ؟

السؤال: هي ظاهرة عدم تمركز (حركة) الالكترونات حول نوى ذرات محددة في الجزيئة او الايون مما يجعلها اكثر استقرارا. (او تبادل مواقع الاواصر المزدوجة والمفردة للحصول على حالة اكثر استقرارا).

س/ ارسم الاشكال (الصيغ) الرنينية لكل من :

(1) الاوزون O_3 (2) ايون الكربونات CO_3^{2-} (3) ايون الخلات CH_3COO^- ؟ **6 - اسئلة الفصل**

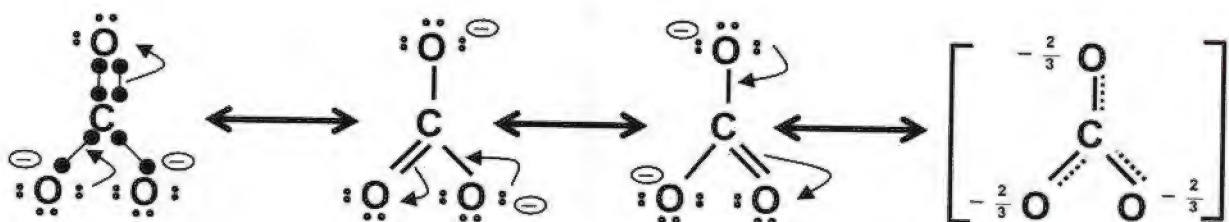
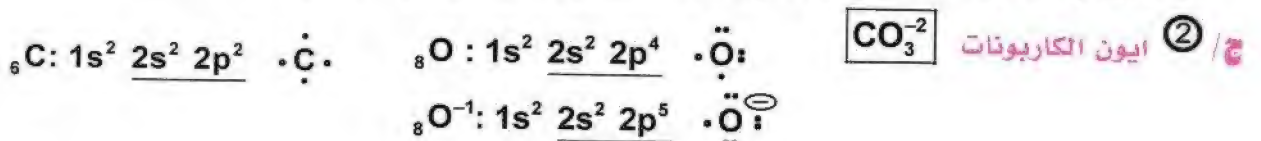
ج/ ① الاوزون O_3 

شحنة الاوزون = صفر ، \therefore مجموع الشحنات الجزيئية = $(-\frac{1}{2}) + (-\frac{1}{2}) + (+1) = \text{صفر}$

ملاحظة/ بما ان مجموع الشحنات الجزيئية السالبة والموجبة متساوية (أي شحنة $\text{O}_3 = \text{صفر}$) . يمكن رسم الصيغ



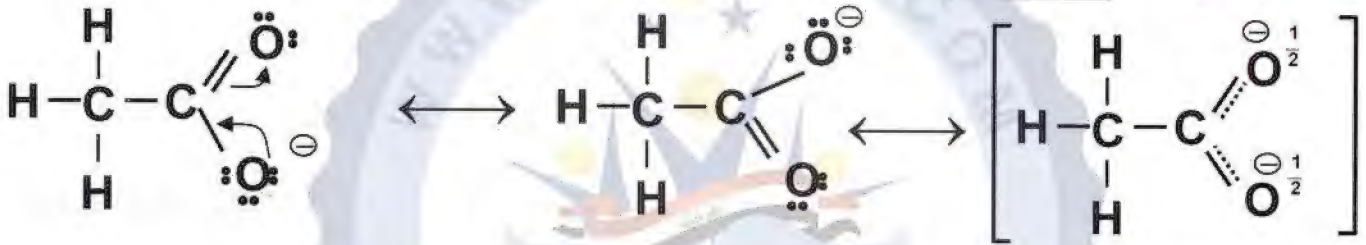
توضيح/ يتضح ان تركيب الاوزون هو تركيب رنيني مهجن (تركيب ③) بين تركيبه الرنينين ① و ② وبدلا من وجود اصره ثنائية واخرى احادية فانه في الواقع تكون الاصرتان متساويتان وهي حالة وسط بين الاصره الاحادية والاصره الثنائية حيث تكون ثلاثة الكترونات في كل منهما في كل الاوقات.



الشحنة السالبة للايون $[-2] = -\frac{6}{3} = (-\frac{2}{3}) + (-\frac{2}{3}) + (-\frac{2}{3}) =$

توضيح: يمكن رسم الصيغة التركيبية لأيون CO_3^{2-} بأي من الصيغ الثلاث الأولى لأن ذرات الاوكسجين الثلاثة تشترك مع بعضها لتحمل الشحنتين السالبتين للأيون ، ويتضح ان الذرة المركزية (C) تتصل مع ذرات O باصرتين احادية وواحدة ثنائية يتناوب موقعها على الذرات الثلاث وتسمى هذه التراكيب المحتملة بالرنين . وفي الحقيقة ان تركيب ايون CO_3^{2-} هو تركيب رنيني مهجن بين التراكيب الثلاثة ، فالصيغة الأكثر دقة في التعبير هي الصيغة الاخيرة التي رسمت فيها حركة الالكترونات على شكل نقاط متتابعة على امتداد الاواصر الثلاثة . وتمثل الشحنة الجزئية $\frac{2}{3}$ حركة شحنتين سالبتين على ثلاث ذرات اوكسجين.

ج / ③ ايون الخلات CH_3COO^-

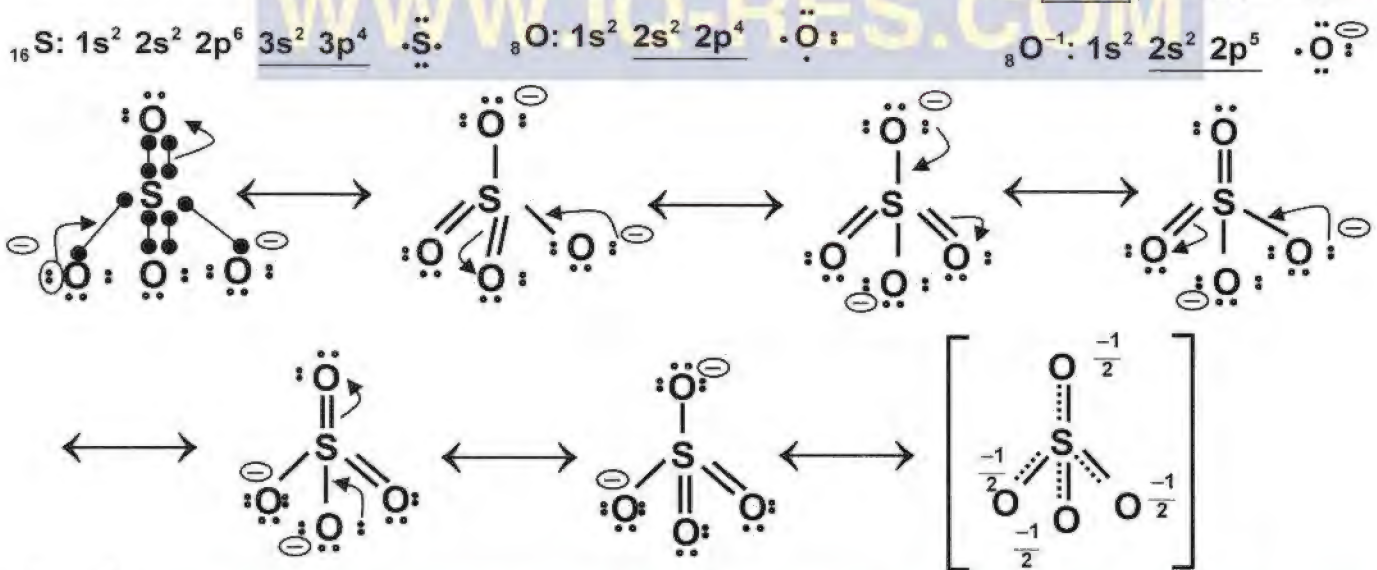


ملاحظة: ان الشحنة الجزئية $= \frac{1}{2} \times \frac{\text{عدد الشحنتات السالبة}}{\text{عدد الذرات O التي تتحرك عليها الشحنة السالبة}}$

تمرين (5-2)

ارسم الاشكال الرنينية لأيون الكبريتات SO_4^{2-} وايون الفوسفات PO_4^{3-}

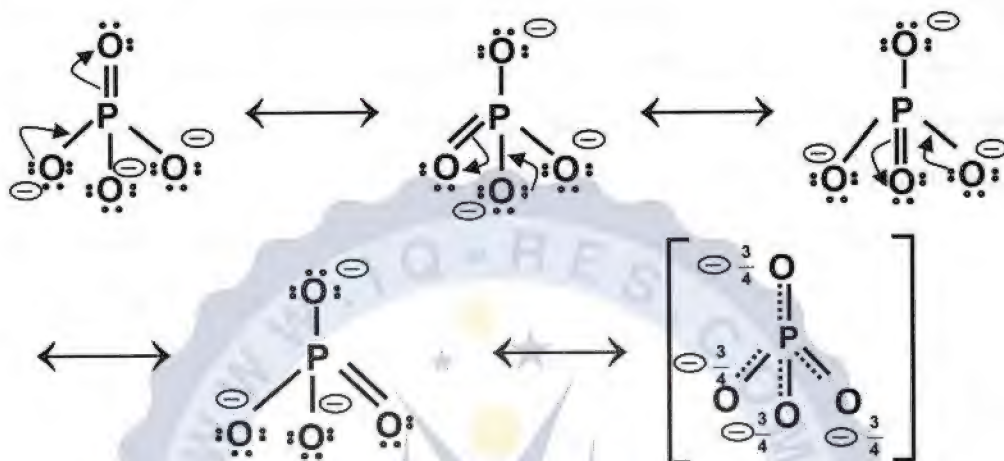
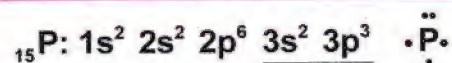
ج / ايون الكبريتات SO_4^{2-}



الصيغة الاخيرة اكثر استقرارا حيث تحمل كل ذرة من ذرات O الاربعة المرتبطة بالذرة المركزية S $(\frac{1}{2} = \frac{2}{4})$

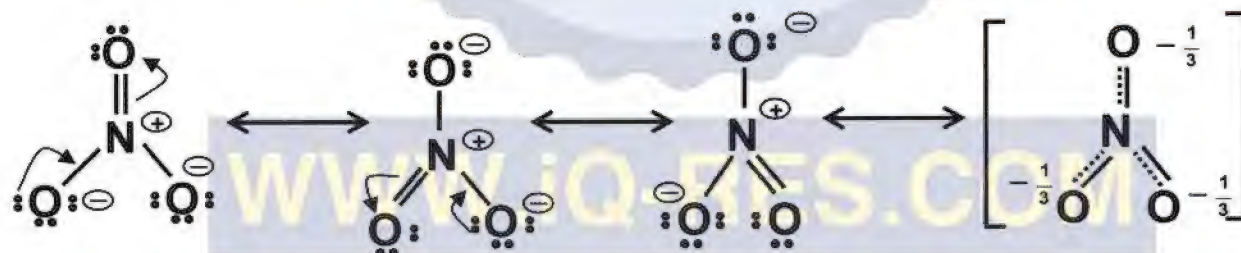
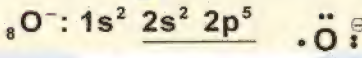
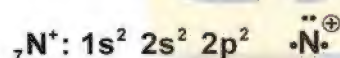
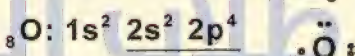
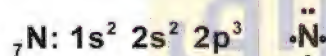
شحنة سالبة

$$\therefore \text{شحنة الايون } \text{SO}_4^{2-} = -\frac{1}{2} \times 4 = -2$$



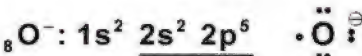
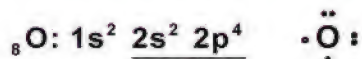
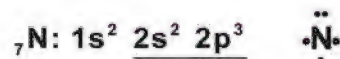
$$\boxed{-3} = \frac{-12}{4} = \frac{-3}{4} + \frac{-3}{4} + \frac{-3}{4} + \frac{-3}{4} = \text{PO}_4^{-3} \quad \therefore \text{شحنة الايون}$$

س / ارسم الاشكال الرنينية لايون النترات ؟ NO_3^{-1}

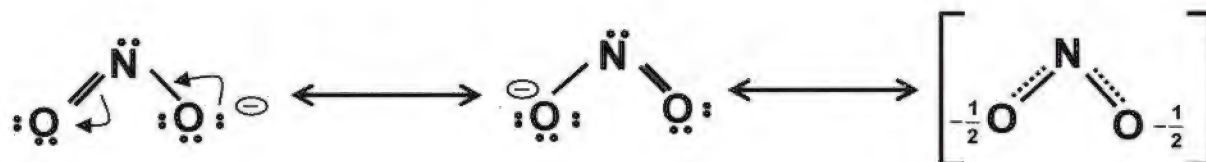


ملاحظة/ نلاحظ ظهور شحنة موجبة \oplus على N لمساهمة بالزوج الالكتروني بالإضافة الى الالكترونين المنفردة (وبقاء الكترون غير متأصر) وتكوين اربع اواصر. والشحنة الموجبة على N تعادل الشحنة السالبة لـ O لذا تكون عدد الشحنات الموجودة هي شحنة سالبة واحدة وتمثل شحنة الايون.

س / ارسم الصيغ الرنينية لايون ؟ NO_2^{-1}



ج



$$\boxed{-1} = \frac{-1}{2} + \frac{-1}{2} = \text{NO}_2^{-1} \quad \therefore \text{شحنة ايون النتريت}$$



• توجد حالة خاصة من الرنين تحدث في الحلقات الاروماتية للذرات مثل حلقة البنزين

الشكل الهندسي للجزيئات / هو الطريقة التي تترتب بها نوى الذرات بعضها نسبة للبعض الآخر في الفراغ .

س/ ما هي العوامل التي تتحكم في الشكل الهندسي للجزيئات ونوعية الاصرة الكيميائية

(أيونية ، تساهمية ، فلزية) ؟

ج/ (1) عدد ونوع الذرات المرتبطة في الجزيء.

(2) الترتيب الالكتروني للذرات العناصر المشاركة في تكوين الجزيء.

(3) قابلية الذرات على اكتساب او فقدان او مشاركة الكترونات التكافؤ

(4) وجود او عدم وجود اغلفة ثانوية خارجية فارغة في الذرة.

اهم نظريات تفسير تكوين الاصرة واشكال الجزيئات

(1) نظرية تنافر أزواج الكترونات غلاف التكافؤ (VSEPR) (2) نظرية اصرة التكافؤ (VBT)

(1) نظرية تنافر أزواج الكترونات غلاف التكافؤ (VSEPR)

تفسر ترتيب الذرات حول ذرة مركزية بالاعتماد على التنافر بين أزواج الالكترونات المشاركة او غير المشاركة الموجودة في غلاف التكافؤ للذرة المركزية بحيث يكون التنافر بين هذه الأزواج في حده الأدنى عندما تكون ابعاد ما يمكن عن بعضها . حيث يحقق ذلك اكبر تجاذب بين الذرات مما يجعلها اكثر استقرارا واقل طاقة .

امثلة / (1) جزيء BeF_2 (خطي) : $\text{Be} : 1s^2 2s^2$. $\text{F} : 1s^2 2s^2 2p^5$.

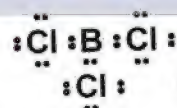
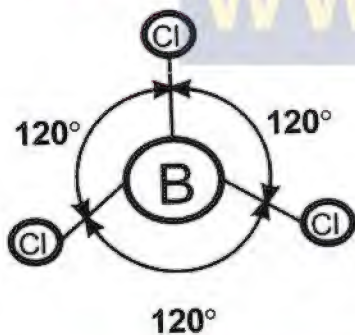
يتضح من رمز لويس ان ذرة البريليوم Be تشارك ذرتي الفلور بزواج من الالكترونات ليصبح لدينا زوجان من الالكترونات المشتركة حول ذرة Be وحتى يكون زوجا الالكترونات في ادنى حالة من التنافر فانهما يتوزعان على جانبي ذرة Be وتتوزع ذرتا الفلور وفق الاتي :

الشكل الفراغي (الهندسي) لجزيء فلوريد البريليوم :

خطي (خط مستقيم) والزوايا بين الاصرتين 180°



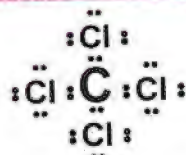
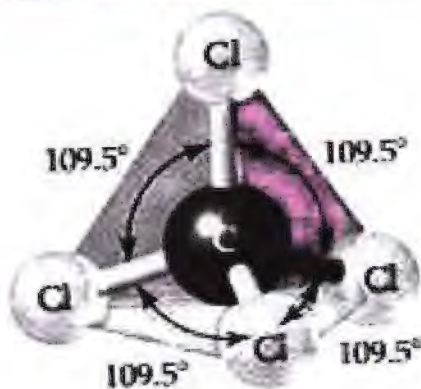
180°



(2) **جزيء BCl_3 (مثلث مستوي) :**

يكتب رمز لويس لجزيء كلوريد البورون BCl_3 كالآتي :

ويتضح ان هناك ثلاث أزواج من الالكترونات تحيط بذرة البورون . ولكي يكون التنافر بين أزواج الالكترونات اقل ما يمكن فان ذرات الكلور تتوزع حول ذرة البورون على شكل (مثلث مستوي والزوايا بين اواصره 120°) .



(3) **جزيء CCl_4 (رباعي الوجة منتظم) :**

يكون رمز لويس له كالآتي :

نلاحظ ان التنافر بين أزواج الالكترونات الاربعة التي تحيط بذرة الكربون يكون في ادنى حالاته عندما تتوزع ذرات الكلور باتجاه رؤوس شكل رباعي الوجة منتظم (Tetra hydral) والزوايا بين كل زوجين منها 109.5°



هرم رباعي السطوح غير منتظم



ويتضح منه ان هناك اربع ازواج من الالكترونات تحيط بذرة الاوكسجين . وبسبب وجود الازواج الالكترونية غير المشاركة يدفع بذرتي الهيدروجين لان تتوزعان على راسي ضلعين متخذتان الشكل المنحني بزاوية مقدارها 104.5° تقريبا



هرم رباعي السطوح غير منتظم

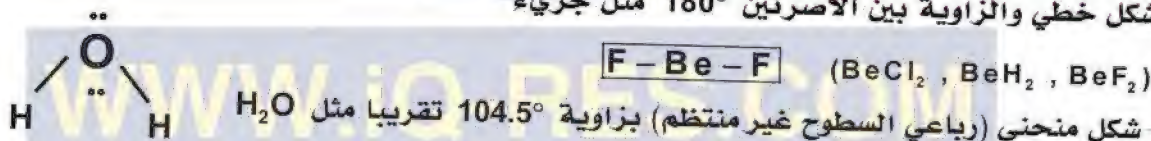


هناك اربعة مجموعات من ازواج الالكترونات تحيط بذرة النتروجين ويتوقع ان تتوزع كما في حالة جزيء CCl_4 باتجاه شكل رباعي الاوجه منتظم الا ان وجود الزوج الالكتروني غير المشترك يدفع بذرات الهيدروجين الثلاث لان تتوزع على رؤوس **الهرم ثلاثي القاعدة** والزاوية بين الاواصر الثلاث حوالي 107.3°

خلاصة الاشكال الهندسية للجزيئات

(1) **الجزيء المكون من ثلاث ذرات لها احتمالا:**

أ- شكل خطي والزاوية بين الاصرتين 180° مثل جزيء



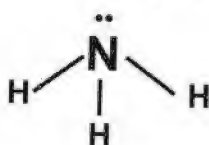
ب- شكل منحني (رباعي السطوح غير منتظم) بزاوية 104.5° تقريبا مثل



(2) **الجزيء المكون من اربع ذرات لها اكثر من شكل اهمها:**

أ- شكل مثلث مستوي والزاوية بين اواصره 120° مثل BCl_3 , BF_3

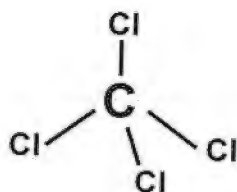
ب- هرم ثلاثي (مثلث) القاعدة رباعي الاوجه غير منتظم والزاوية بين اواصره الثلاث حوالي



107.3° مثل الامونيا NH_3

(3) **الجزيء المكون من خمس ذرات اهم اشكالها:**

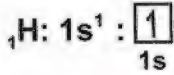
هرم رباعي السطوح منتظم ثلاثي القاعدة والزاوية بين كل زوجين من الالكترونات (اصرتين) 109.5° مثل جزيء CH_4 و CCl_4



نظرية اصرة التكافؤ VBT

اعتمدت في تفسيرها على تداخل الاوربيتالات الذرية لغلافي تكافؤ الذرتين حيث تتحرك الالكترونات حول النواتين وتزداد الكثافة الالكترونية في منطقة التداخل بين الذرتين مما يؤدي الى اقتراب النواتين من بعضهما وانخفاض طاقتيهما ويزداد انجذابهما نحو منطقة تداخل الاوربيتالات وبذلك تتكون الاصرة التساهمية بينهما.

أمثلة: توضح تداخل الاوربيتالات الذرية وتكوين الاواصر التساهمية لبعض الجزيئات البسيطة.



أ- تداخل اوربيتالي S / كما في ذرتي الهيدروجين في جزيئة الهيدروجين H_2

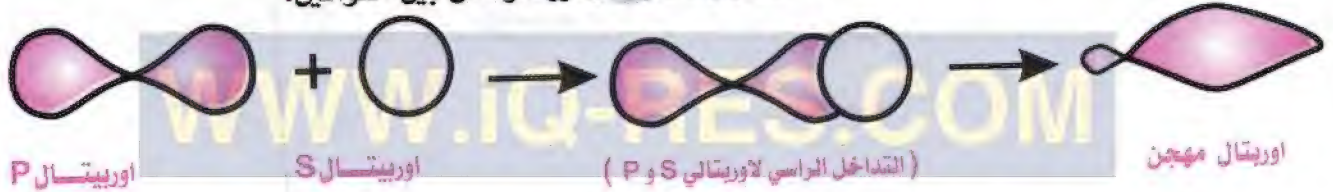
نلاحظ انها تمتلك الكترونا واحدا في المستوى الثانوي $1s$ ، وتتكون الاصرة في جزيء الهيدروجين من تداخل اوربيتال $1s$ في الذرة الاولى مع اوربيتال $1s$ من الذرة الثانية .



ويمثل الشكل أعلاه التداخل الرأسي لاوربيتالي S ويلاحظ ان الالكترونات الاصرة تتركز بين نواتي الذرتين حيث تزداد الكثافة الالكترونية في منطقة التداخل حول المحور الواصل بين النواتين وتسمى هذه الاصرة التساهمية سيكما (σ)

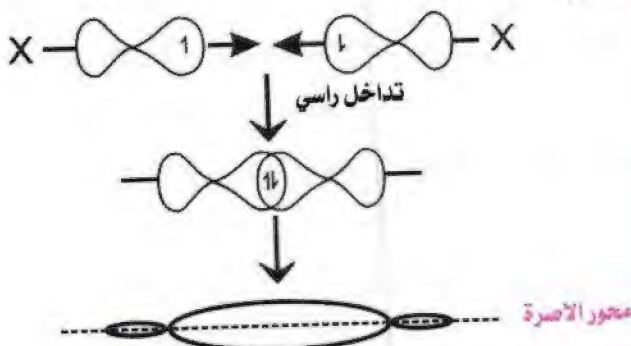
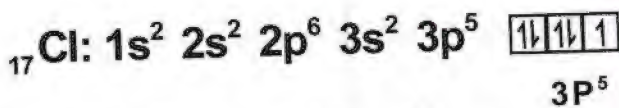
ب- تداخل اوربيتال S مع اوربيتال P من ذرة اخرى / كما في جزيئة HF

نلاحظ ان هناك الكترونا منفردا في اوربيتال P في ذرة الفلور (F) لذا تنشأ اصرة سيكما (σ) عند تداخل اوربيتال S القادم من ذرة الهيدروجين مع اوربيتال P (الواقعين على المحور الرئيسي) حيث تتوزع الكثافة الالكترونية حول المحور الواصل بين النواتين.



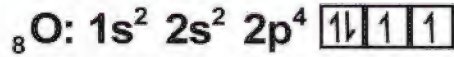
ج- تداخل اوربيتال P من الذرة الاولى مع اوربيتال P من الذرة الثانية / تتداخل اوربتالات P بطريقتين مختلفتين

(1) تداخل اوربيتال P مع اوربيتال P على نفس المحور



عند تداخل اوربتال من نوع P لذرة مع اوربتال P لذرة اخرى تداخلا راسيا (عند نفس المحور) تتوزع الكثافة الالكترونية بين نواتي الذرتين بشكل متماثل على طول المحور الواصل بينهما. وتسمى هذه الاصرة سيكما (σ) كما في جزيئة Cl_2 يقترب الاوربتال الذري $3p$ الذي يحتوي على الكترون في كلا الذرتين ويحدث تداخل بينهما وتنشأ نتيجة ذلك سحابة من الكثافة الالكترونية تمثل اصرة سيكما بين ذرتي الكلور

(2) تداخل اوربیتال P مع اوربیتال P على المحاور الجانبية (تداخل جانبي) /

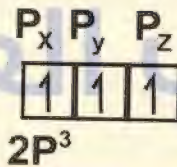
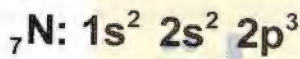


عند تداخل اوربیتال P لذرة مع

اوربیتال P لذرة أخرى تداخلًا جانبيًا وبشكل عمودي فإن السحابة الإلكترونية ستتوزع فوق محور الاصرة الرابطة للذرتين وتحتها ، وتكون الاصرة تساهمية من نوع باي (π) كما في جزيئة الاوكسجين O_2



اما عندما يحصل التداخل الجانبي (لاوربیتال P) بشكل افقي فإن السحابة الإلكترونية تتوزع يمين ويسار محور الاصرة الرابطة بين الذرتين المساهمتين وينتج عنه ايضا اصرة من نوع باي (π)



يمكن تمثيل الحالات الثلاثة من التداخل

(راسي ، جانبي عمودي ، جانبي افقي)

بين ذرتي جزيئة النتروجين N_2 

ملاحظات

عند وجود اصرة ثلاثية بين ذرتين (ثلاث اواصر) فإن الاصرة التي تقع في الوسط هي نوع سيكما والاصرتين

التي فوقها وتحتها هي من نوع باي كما في $(:\text{N} \equiv \text{N}:) \text{N}_2$

ان اصرة سيكما (تداخل راسي) تنشأ قبل اصرة باي (تداخل جانبي عمودي ، تداخل جانبي افقي) ، أي عند

وجود الكترون منفرد واحد في اوربیتال P فيحدث تداخل رأسي فقط مع اوربیتال S لذرة أخرى كما في جزيء

HF او اوربیتال P لذرة أخرى (جزيء Cl_2) فتتشأ اصرة سيكما.

وعند وجود الكترونين منفردين في كل من اوربیتال P المتداخلين فيحدث تداخل رأسي لاجل الاوربیتالات فتتشأ

اصرة سيكما ، والاوربیتال الثاني يتداخل جانبيًا لتكوين اصرة باي كما في جزيء $(:\ddot{\text{O}} \equiv \ddot{\text{O}}:) \text{O}_2$

عند تداخل اوربیتال P يحتوي ثلاث الكترونات منفردة مع اوربیتال P يحتوي ثلاث الكترونات

منفردة تنشأ اصرة سيكما أولاً (تداخل رأسي) ثم تنشأ اصرتين π من التداخل الجانبي والجانبي العمودي

والجانبي الافقي كما في جزيئة $(:\text{N} \equiv \text{N}:) \text{N}_2$

التهجين الأوربيتالي (التهجين): وهو عملية تداخل الاوربيتالات الذرية لتنتج اوربيتالات مهجنة مساوية لعدد الاوربيتالات الذرية المشاركة في عملية التهجين ومتشابهة بالشكل والحجم ومتكافئة في الطاقة وأكثر استقرارا من الاوربيتالات غير المهجنة وتؤدي الى الحصول على اواصر تساهمية اقوى بين الذرات المشاركة في تكوين الجزيئة

الأوربيتالات المهجنة: هي الاوربيتالات الذرية التي تنتج من عملية التهجين وتكون مساوية لعدد الاوربيتالات الذرية المشاركة في عملية التهجين وتكون متشابهة بالشكل والحجم ومتكافئة في الطاقة وأكثر استقرارا من الاوربيتالات الذرية غير المهجنة.

بعض الملاحظات المتعلقة بعملية التهجين ونواتجها

- (1) تحدث عملية التهجين في اوربيتالات نفس الذرة بعد اثاره الالكترونات التي تقع ضمن المستوى الخارجي الرئيسي ومحصلتها التقليل من حدة التنافر الذي حصل بين الكترونات الجزيء الناتج.
- (2) يتم التهجين بين الاوربيتالات الذرية المتقاربة في الطاقة مع بعضها مثل $(2p, 2s)$, $(3p, 3s)$, $(4p, 4s)$
- (3) يختلف الشكل الهندسي الجسم للأوربيتال الذري المهجن عن الشكل الهندسي الجسم للأوربيتال الذري المشارك قبل التهجين. ان شكل الاوربيتال الذري المهجن يتكون من فصين احدهما كبير نسبيا تتركز فيه السحابة الالكترونية والاخر صغير $+$ $-$ وغالبا ما يهمل اثناء الرسم

اوربيتال مهجن

- (4) يشتق اسم الاوربيتال المهجن من اسماء وعدد الاوربيتالات النقية الداخلة في عملية التهجين مثال ذلك الاوربيتال المهجن (sp^3) والذي يعني مشاركة ثلاثة من الاوربيتالات الذرية من نوع (p) مع اوربيتال ذري واحد من نوع (s) ضمن الغلاف الالكتروني الرئيسي.
- (5) يكون عدد الاوربيتالات الذرية المهجنة المتكونة مساويا لعدد الاوربيتالات الذرية المشاركة في عملية التهجين. وبناء على ذلك عندما تتم عملية تهجين ثلاثة اوربيتالات ذرية من نوع (p) مع اوربيتال ذري واحد من نوع (s) تتكون اربعة اوربيتالات (sp^3)
- (6) تكون طاقة الاوربيتالات الذرية المهجنة المتكونة متكافئة او متساوية
- (7) ان قابلية الاوربيتالات المهجنة على التداخل مع الاوربيتالات الذرية لذرّة اخرى اكبر من قابلية الاوربيتالات الذرية غير المهجنة المشاركة في عملية التهجين لان الاوربيتالات الذرية المهجنة اكثر امتدادا في الفراغ من الاوربيتالات الذرية غير المهجنة المشاركة.

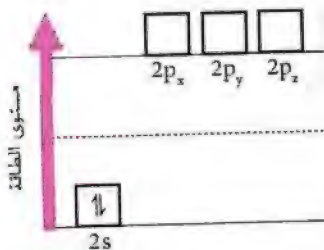
انواع الاوربيتالات المهجنة

يعتمد نوع التهجين (نوع الاوربيتالات الذرية المهجنة) حسب عدد ونوع الاوربيتالات الذرية المشاركة في عملية التهجين.

اهمها / sp^3 , sp^2 , sp

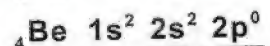
(1) الاوربيتالات المهجنة من نوع (sp)

ان تداخل اوربيتالين ذريين احدهما من نوع (s) والاخر من نوع (p) سيؤدي الى تكوين اوربيتالين ذريين مهجنين من نوع (sp) يقعان على خط مستقيم بزاوية مقداره 180° لكي يحصل اقل تنافر بين الاوربيتالين.



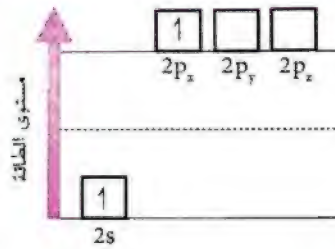
مثال / جزيئة هيدريد البريليوم BeH_2

1- ان الترتيب الالكتروني للذرّة البريليوم المركزية في الحالة المستقرة:

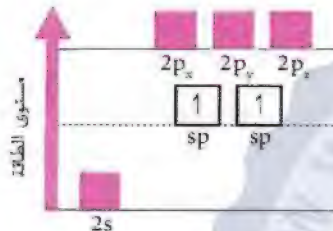


ويعبر عن الاوربيتالات للأغلفة في (الحالة المستقرة)





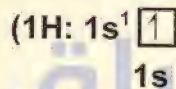
2- سيرتقي احد الالكترونين من الاوربيتال 2s الى الاوربيتال $(2p_x)$ (ذي الطاقة المقاربة) وتسمى (الحالة المحفزة او الحالة المثيجة)



(الحالة المهجنة)

3- عندئذ يحصل التداخل بين الاوربيتالات (2s) والاوربيتال $(2p_x)$ لتوليد اوربيتالين ذريين مهجنين من نوع sp بطاقة متكافئة اقل من طاقة الاوربيتالات الذرية $(2p_x, 2p_y, 2p_z)$ واعلى من طاقة الاوربيتال الذري $(2s^2)$ ويقعان اوربيتالي sp على خط مستقيم بزاوية 180° وبالصورة الاتية :

4- ان لهذين الاوربيتالين (sp)



القابلية على تكوين اوربيتالات جزيئية مع اوربيتالي ذرتي هيدروجين لتكوين اصرتين تساهميتين من نوع سيكما بين Be و H

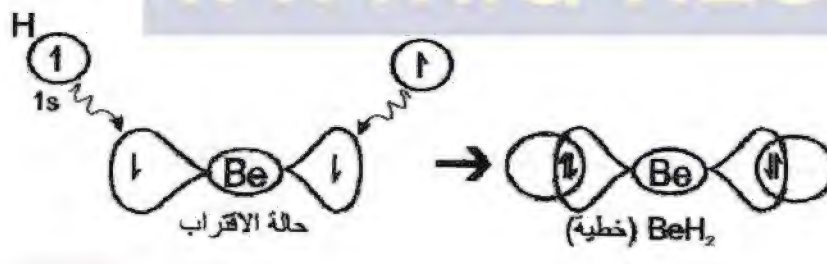
لتكوين جزيء هيدريد البريليوم



• يمكن توضيح الخطوات الاربعة اعلاه من تمثيل الاشكال الهندسية المجسمة للاوربيتالات الذرية قبل عملية التهجين وبعدها.

• في حالة جزيئة BeH_2

لدينا ذرتي هيدروجين



كل واحد تمتهلك الاوربيتال

$(1s^1)$

(أي تمتهلك الكترون واحد)

فعند اقترابهما من ذرة Be يتداخلان مع الاوربيتالين المهجنين

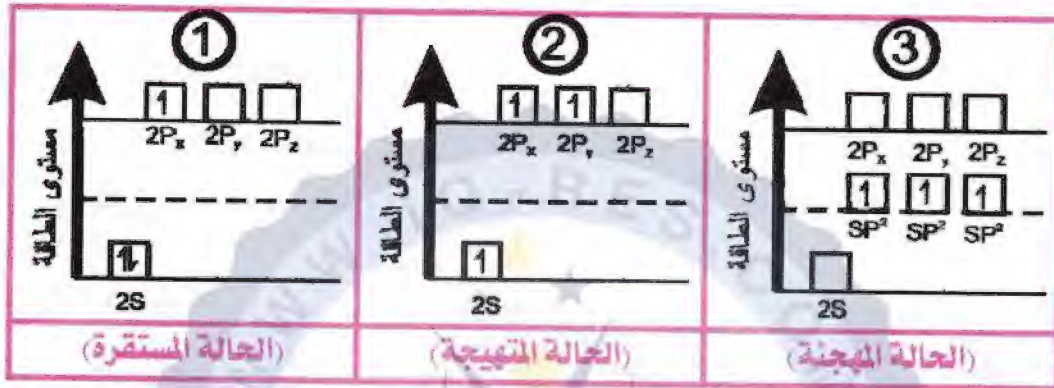
sp لذرة Be وتتكون اصرتان تساهميتان من نوع سيكما (σ) بين Be-H وتنشأ جزيئة BeH_2 (الخطية)

(2) الاوربيتالات المهجنة من نوع (sp^2)

ان تداخل اوربيتال ذري واحد من نوع s مع اوربيتالين ذريين من نوع p ضمن نفس الغلاف الرئيسي سيؤدي الى تكوين ثلاث اوربيتالات ذرية مهجنة من نوع (sp^2) تقع في مستوى واحد وبينها زاوية مركزها نواة الذرة المركزية مقدارها 120° لكي يحصل اقل تناافر بين الاوربيتالات .

مثال/ جزيئة ثلاثي فلوريد البورون BF_3 لتوضيح تهجين sp^2 في ذرة البورون $B: 1s^2 2s^2 2p^1$

حيث يعتبر الاوربيتال $(1s^2)$ داخليا ولن يشارك في التهجين



وتكون هذه الاوربيتالات الثلاثة (sp^2) متوزعة حول النواة في مستوي يشترك باحداثين وبينهما زوايا متساوية . (مثلث مستوي والزاوية 120°) .

④ ان لهذه الاوربيتالات الثلاثة (sp^2) القابلية على تكوين ثلاث اوربيتالات جزيئية مع ثلاث اوربيتالات ثلاث ذرات فلور لتكوين جزيء ثلاثي فلوريد البورون.

• ولتوضيح الخطوات الاربعة اعلاه:



• وفي حالة جزيئة BF_3

تتداخل ثلاث ذرات فلور (بعد اقترابها)

مع الاوربيتالات المهجنة (sp^2)

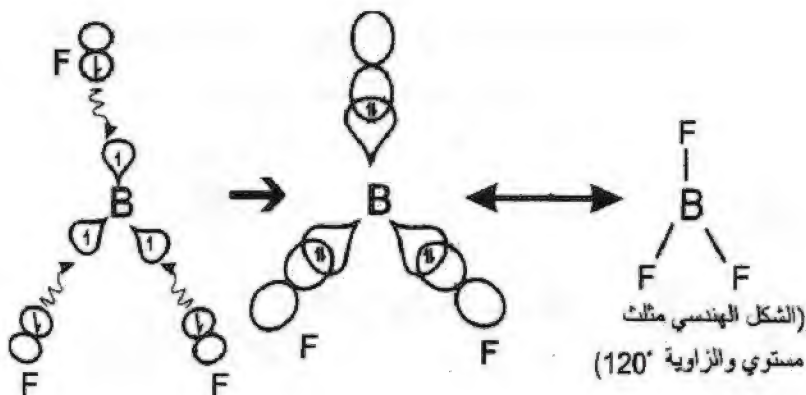
لذرة البورون

ويتم التداخل في مستوى واحد.

$F: 1s^2 2s^2 2p^5$



2p



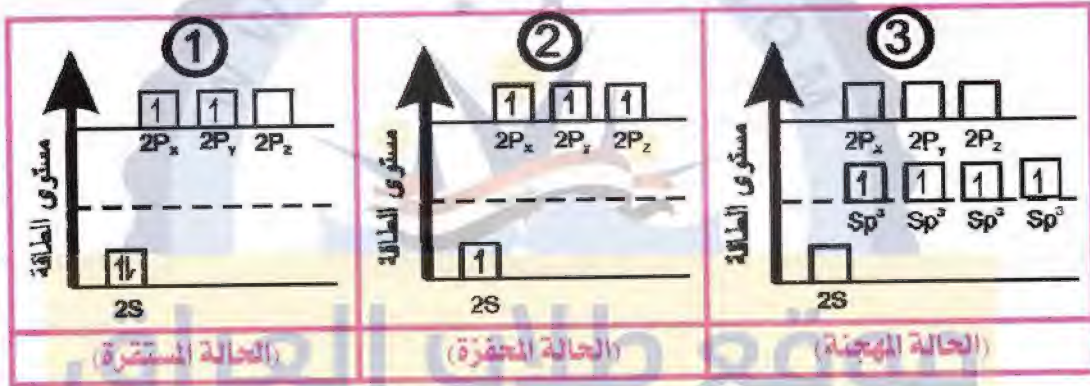
الاوربيتالات المهجنة من نوع (sp^3)

عند تداخل اوربيتال ذري واحد من نوع S مع ثلاث اوربيتالات ذرية من نوع P (P_x, P_y, P_z) تتكون اربع اوربيتالات ذرية مهجنة من نوع (sp^3) مشكلة هرمًا رباعي الاوجه منتظم حول نواة الذرة المركزية وبزاوية راسية مقدارها 109.5° لكي يحصل اقل تناافر بين الاوربيتالات .



مثال / جزيئة الميثان CH_4 لتوضيح تهجين (sp^3) في ذرة الكربون C

حيث يعتبر الاوربيتال ($1s^2$) داخليا ولن يشارك في التهجين



وتتوزع هذه الاوربيتالات المهجنة على شكل رباعي الاوجه منتظم ($T.h$) حول ذرة الكربون المركزية وبينها زوايا متساوية



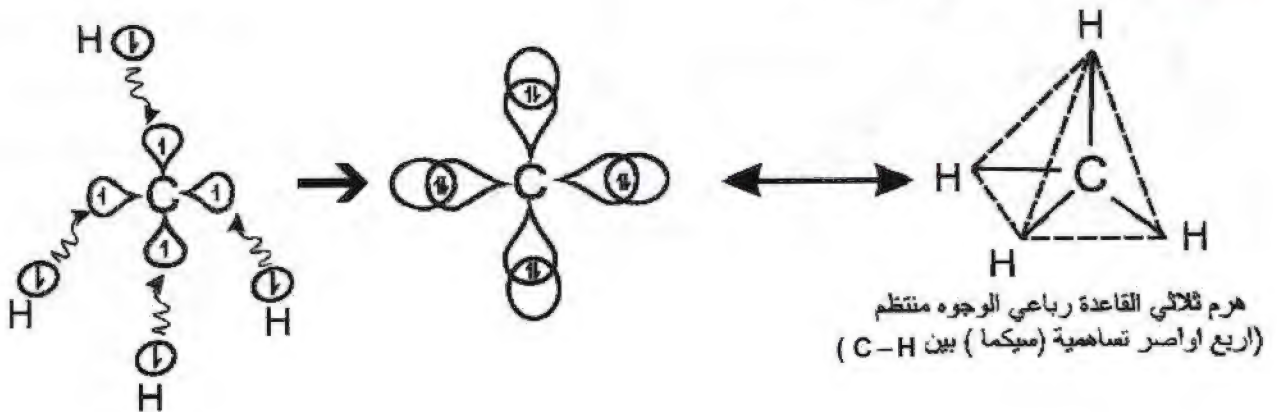
④ ان لهذه الاوربيتالات الاربعة القابلية على تكوين اربعة اوربيتالات جزيئية مع اربعة اوربيتالات ذرية لاربعة ذرات هيدروجين ($1s^1$) لتكوين جزيء الميثان .

(شكل رباعي الاوجه)

• ولتوضيح الخطوات الاربعة اعلاه .

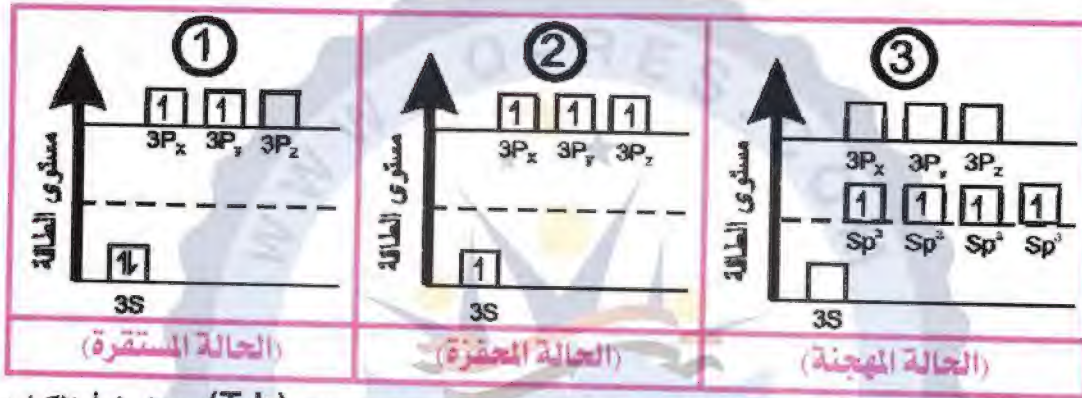
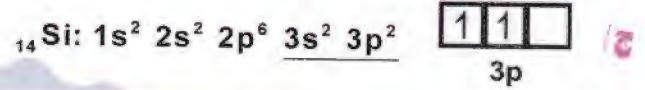
• وفي جزيئة CH_4

لدينا اربع ذرات هيدروجين كل واحدة تمتلك الاوربيتال ($1s^1$) تتداخل مع الاوربيتالات المهجنة الاربعة (sp^3) لذرة الكربون بعد اقترابها منها .



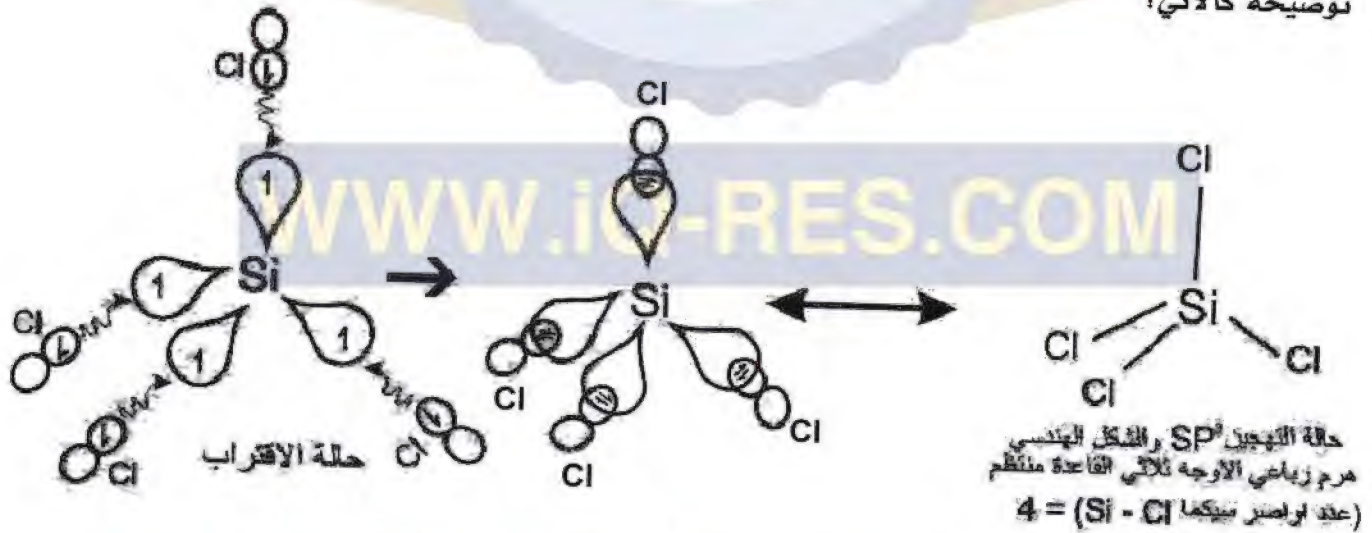
تمرين (6-2)

وضح كيفية حصول التهجين في جزيء SiCl_4 وفي الخطوات الأربع التي اتبناها في عملية التهجين (الاعداد الذرية $\text{Si} = 14$ و $\text{Cl} = 17$)

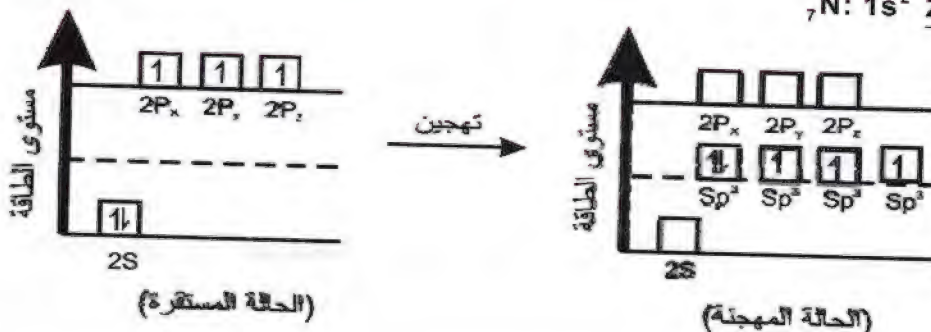
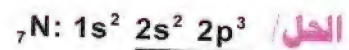


وتتوزع هذه الاوربيبتالات المهجنة (sp^3) على شكل رباعي الواجه منتظم (T.h) حول ذرة الكاربون المركزية وبينها زوايا متساوية

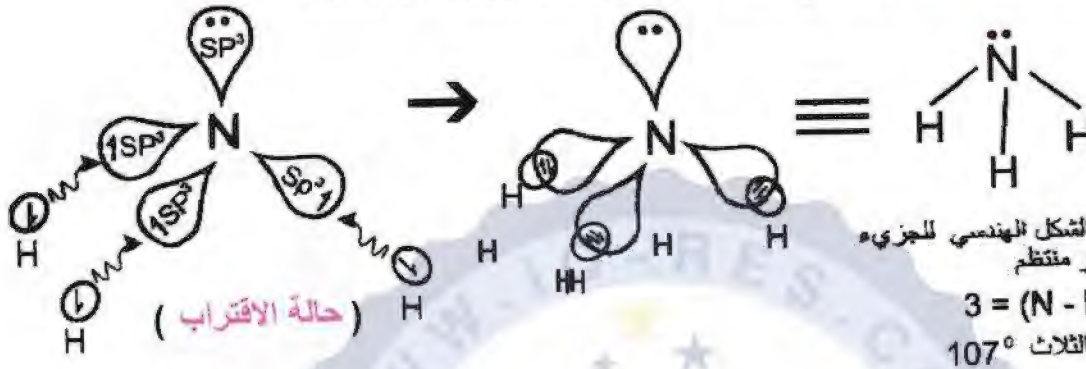
④ وان الاوربيبتالات الاربعة المهجنة (sp^3) لها القابلية على تكوين اربعة اوربيبتالات جزيئية مع اربع اوربيبتالات ذرية لاربعة ذرات Cl ($3p^5$) لتكوين جزيء SiCl_4 والشكل الهندسي الذي ستأخذه جزيئة SiCl_4 يمكن توضيحه كالآتي:



مثال / اكتب خطوات تهجين اوربيبتالات ذرة النتروجين N في جزيء الامونيا NH_3 وما هو الشكل الهندسي لها.



وبما ان التهجين لذرة N في NH_3 هو SP^3 واحدها يحتوي زوج الكتروني حر غير مرتبط فان الشكل الهندسي لها ولجزيئة NH_3 هو رباعي الاوجه غير منتظم والزوايا بين الاواصر 107°



ملاحظات /

- 1 لا يوجد اوربيتال فارغ في المستوى الثاني P (الحالة المستقرة) في ذرة N لجزيئة NH_3 لذلك لا توجد حالة محفزة
- 2 تمتلك الاوربيتالات المهجنة sp^3 في ذرة N لجزيئة NH_3 الشكل الهندسي رباعي الاوجه غير منتظم بسبب وجود الزوج الالكتروني غير المشارك (الحر) بدفع اوربيتالات sp^3 الثلاثة الاخرى والزوايا بين الاواصر الثلاثة 107° ، وبالتالي فهو الشكل الذي سياخذه جزيء الامونيا حيث يدفع هذا الزوج الالكتروني بذرات الهيدروجين الثلاث بان تتوزع بهذا الشكل الهندسي حول ذرة N المركزية.
- 3 تكتب الازواج الالكترونية (الحررة المرتبطة للذرة المركزية المهجنة) عند رسم الشكل الهندسي لجزيئة ، حيث تؤخذ هذه الازواج الالكترونية من ضمن الشكل كما في جزيء الامونيا NH_3 وجزيء الماء H_2O

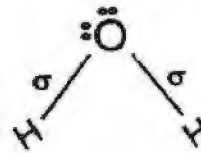
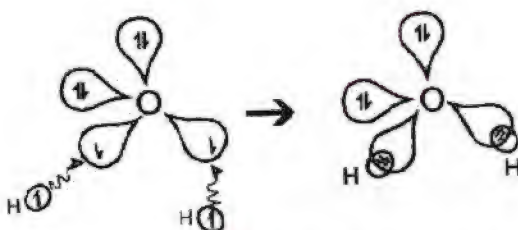
تمرين (7-2)

اكتب خطوات تهجين اوربيتالات ذرة الاوكسجين في جزيء الماء. ما هو الشكل الهندسي لها ولماذا ؟
(العدد الذري لـ O = 8 و H = 1)

الحل / $H: 1s^1$, $O: 1s^2 2s^2 2p^4$



وبما ان التهجين لذرة O في جزيء H_2O هو SP^3



اثنان منها تحتويان على زوج الكتروني حر غير مرتبط فان الشكل الهندسي لها ولجزيئتها H_2O هو رباعي الاوجه غير منتظم وبزاوية 104.5° تقريبا . بسبب وجود

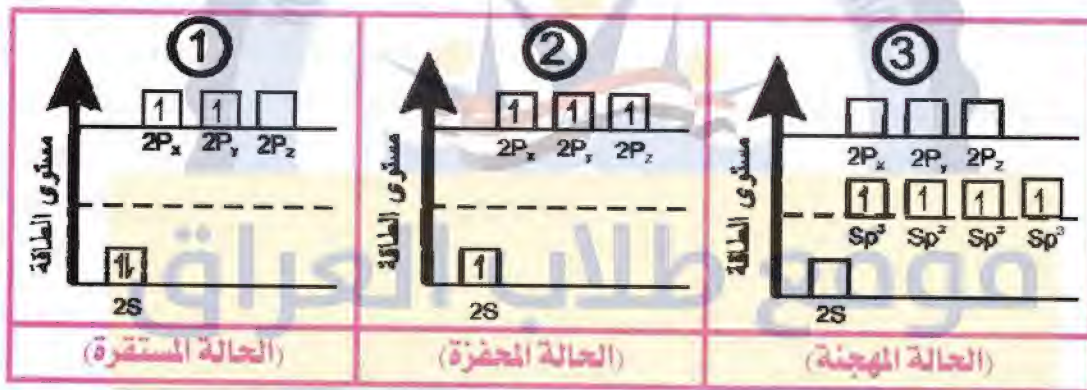
الزوجين الالكترونيين غير المرتبطين يدفعان اوربيتالي sp^3 الاخرى وبالتالي ذرتي H في الجزيئة بان تتوزعان على راسي ضلعين متخذتان الشكل المنحني بزاوية 104.5° تقريبا.

خلاصة /

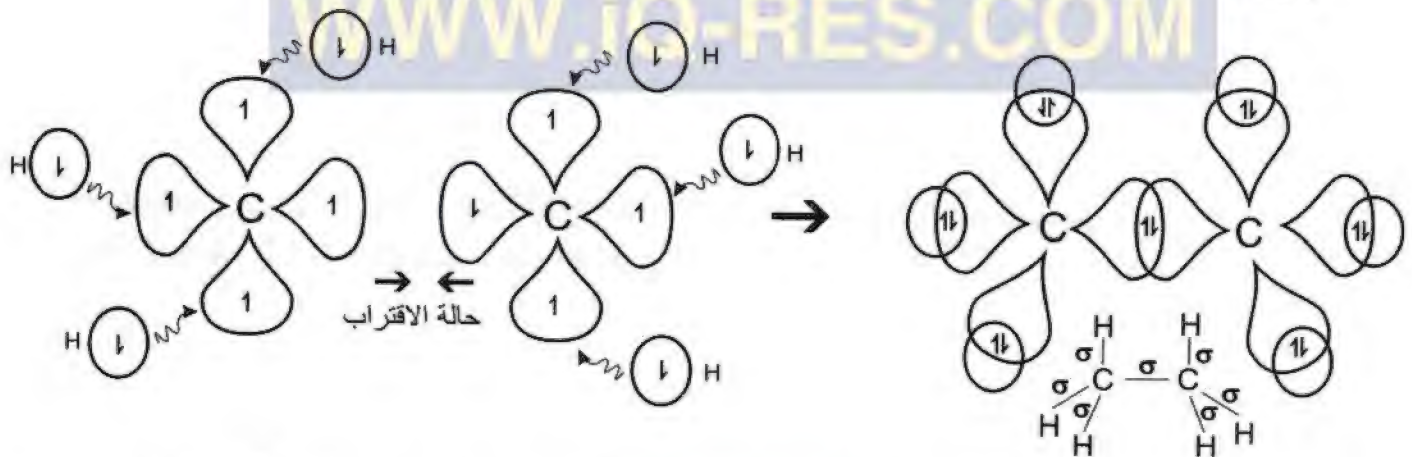
- شكل الجزيئة في التهجين نوع SP جزيئة خطية (مستقيمة) لوجود اوربิทัลين مهجنين نوع SP والزواوية بين الاوربิทัลين 180° لكي يحصل اقل تناافر بين الاوربิทัลين مثل جزيئة BeH_2
- شكل الجزيئة في التهجين نوع SP^2 مثلث مستوي (ثلاث اوربิทัลات ذرية مهجنة نوع SP^2) والزواوية بين كل اوربิทัลين 120° مثل BF_3
- شكل الجزيئة في التهجين نوع SP^3 هرم رباعي الواجه (السطوح)، وقد يكون منتظما مثل جزيئة CH_4 وغير منتظم مثل الامونيا NH_3 و H_2O بسبب وجود الازواج الالكترونية .

مثال / نوع التهجين والشكل الهندسي لجزيئة الايثان C_2H_6

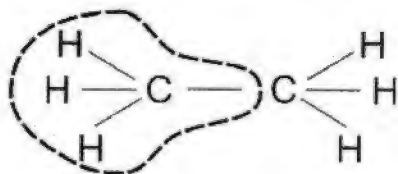
الحل / تتألف جزيئة الايثان من ذرتي كاربون وست ذرات هيدروجين (كل ذرة كاربون ترتبط بثلاث ذرات هيدروجين وبذرة الكاربون الاخرى أي ان كل ذرة C ترتبط بأربع اواصر سيكما في جزيء الايثان). $C: 1s^2 2s^2 2p^2$



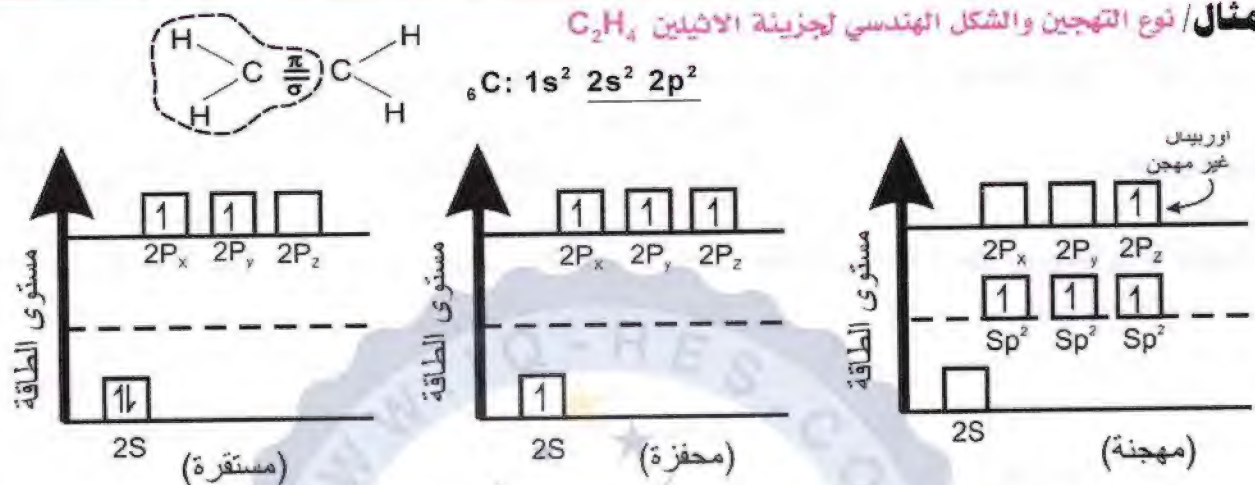
يحصل تداخل راسي بين اوربیتال مهجن من نوع SP^3 من ذرة كاربون مع اوربیتال من نوع SP^3 من ذرة كاربون اخرى بعد اقترابهما من بعضهما مكونة اصره تساهمية سيكما $(C-C)$ وفي نفس الوقت تقترب ثلاث ذرات هيدروجين لكل منها الكترون واحد $(1s^1)$ الى كل ذرة كاربون فيتداخل اوربیتال S لكل ذرة هيدروجين اوربیتال SP^3 لكل ذرة كاربون فتتشأ 6 اواصر تساهمية سيكما $(C-H)$



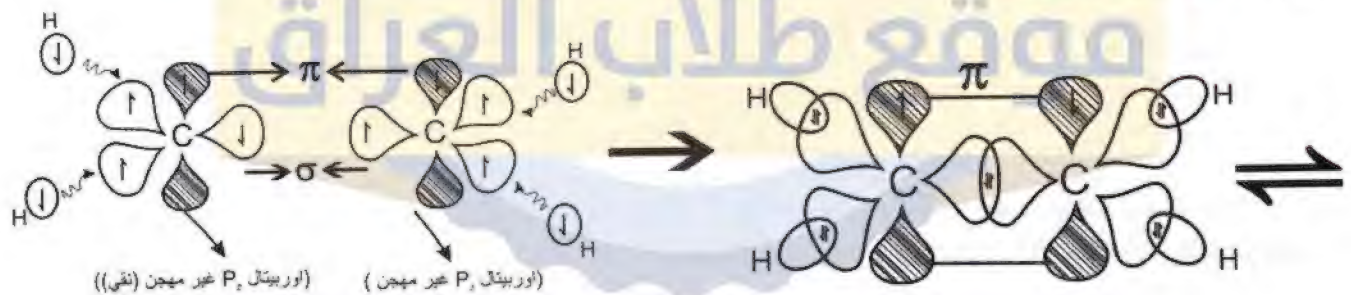
- اذن الشكل الهندسي لجزيئة الايثان هو (هرمين رباعي السطوح) ونوع التهجين لذرة الكاربون SP^3 وتوجد فيه 7 اواصر سيكما (σ) (واحد $C-C$ وستة $C-H$)



- **ملاحظة /** في جزيئة الايثان C_2H_6 توجد ذرتين مركزيتين مهجنتين هي ذرتا C فلايجاد حالة التهجين نوزع عدد ذرات H على ذرتا C ونقسم الذرة الى جزيئتين ونعمل على جزء والذي يمثل الجزء الاخر

مثال / نوع التهجين والشكل الهندسي لجزيئة الاثيلين C_2H_4 

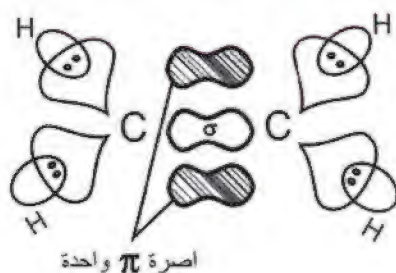
بعد اقتراب ذرتا الكربون مهجنة الاوربيتالات واقتراب اربع ذرات هيدروجين منهما في نفس الوقت يحصل تداخل راسي للأوربيتالات المهجنة الثلاثة SP^2 لكل ذرة C مع (أوربيتال SP^2 لذرة C أخرى وأوربيتالي S لكل منها إلكترون واحد للذرتي H) لتكوين اواصر سيكما. يلي ذلك التداخل الجانبي للأوربيتالين غير المهجنين P_z النقيين (لم تحتاحه ذرة C في التهجين في جزيئة C_2H_4) في ذرتي C المتجاورتين لتشكل اصره (π) بينهما (أي اصره مزدوجة)



- اذن نوع تهجين ذرة C في C_2H_4 هو SP^2 والشكل الهندسي مثلثين مستويين ، عدد اواصر $\sigma = 5$
 $1 = \pi$ عدد اواصر $(1 = C-C, 4 = H-C)$

ملاحظات

① عند وجود اصره π بين ذرتين في جزيئة معناه يوجد اوربيتال (يحتوي الكترون منفرد) غير مهجن. وعند وجود اصرتين باي (2π) معناه يوجد اوربيتالين (يحتوي كل منهما الكترون) غير مهجن. اي لا تحسب الاصره π عند دخول الذرة المركزية في التهجين.

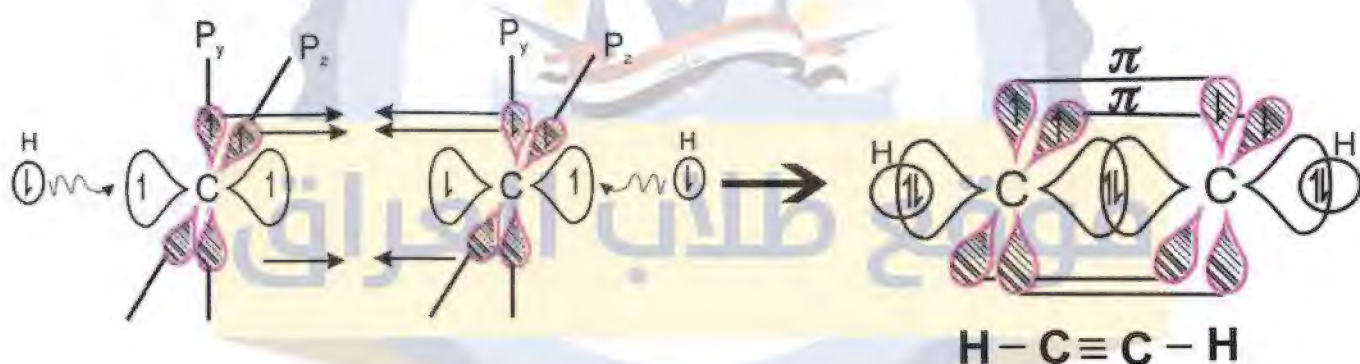
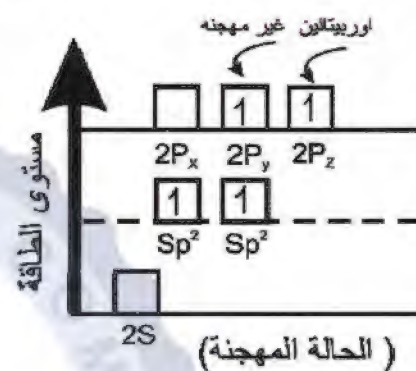
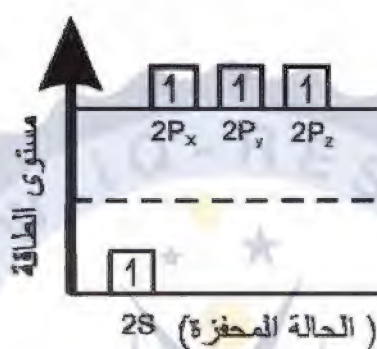
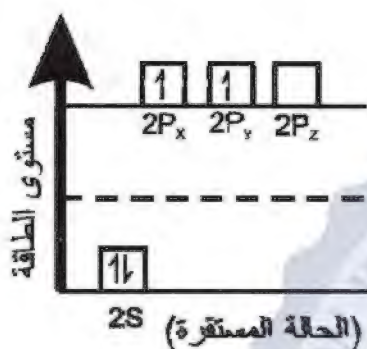
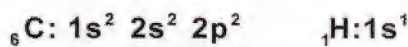


② عند وجود اصره π بين ذرتين يعني نوع التهجين SP^2 كما في جزيئة C_2H_4 . وعند وجود اصرتين باي (2π) يعني نوع التهجين SP كما في C_2H_2

③ يرمز للأوربيتال غير المهجن (النقي) P بقصين.

④ يمكن تمثيل اصره π بسحابة من الكثافة الالكترونية

حول الاصره σ $(C-C)$ كما في C_2H_4

مثال/ نوع التهجين والشكل الهندسي لجزيء الاستيلين C_2H_2 

اذن نوع التهجين لذرة C في جزيء C_2H_2 هو sp والشكل الهندسي جزيئية مستقيمة خطية ذات الاصره

الثلاثية ، وعدد اواصر سيكما $3 = (\sigma)$ ، وعدد اواصر π بين ذرتي الكربون 2

$2 = C - C$

ملاحظات /

① يحدث التهجين في كل ذرة كربون فقط للأوربيتالين $2s$ و $2p_x$ ويبقى الاوربيتالين p_y و p_z غير مهجنين أي نقيين

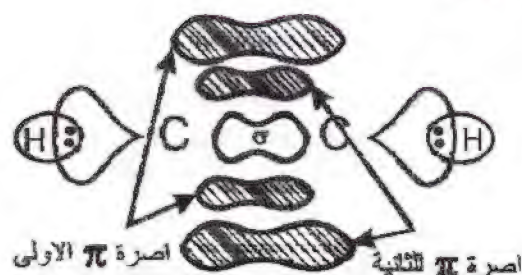
(لان ذرة C لم تحتاجهما في التهجين في حالة C_2H_2 لانها تتداخل راسيا مع ذرتين H وذرة C أخرى مرتبطة

باواصر سيكما.

② تنشأ اصرتين π نتيجة التداخل الجانبي للأوربيتالين غير المهجنين p_y و p_z

③ يمكن تمثيل الاصرتين π بسحابتين من الكثافة الالكترونية

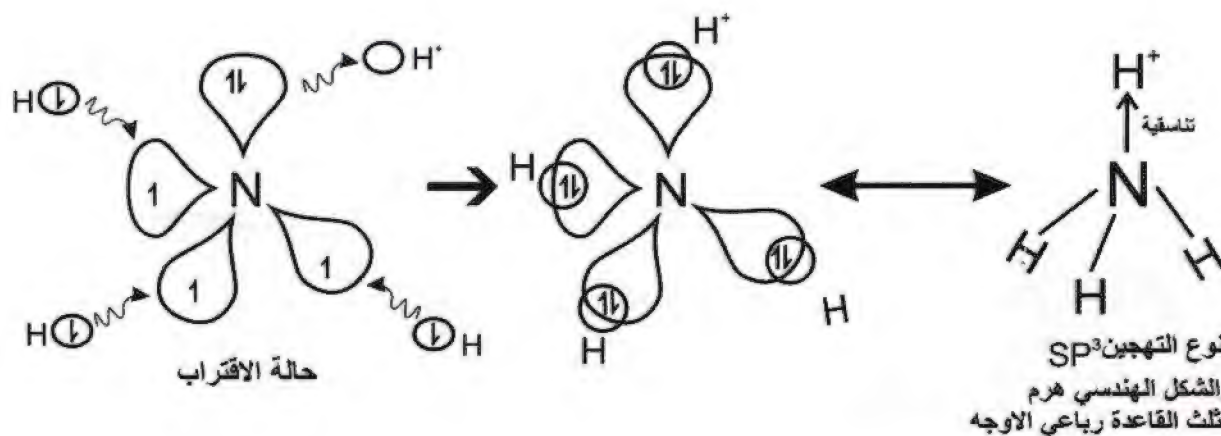
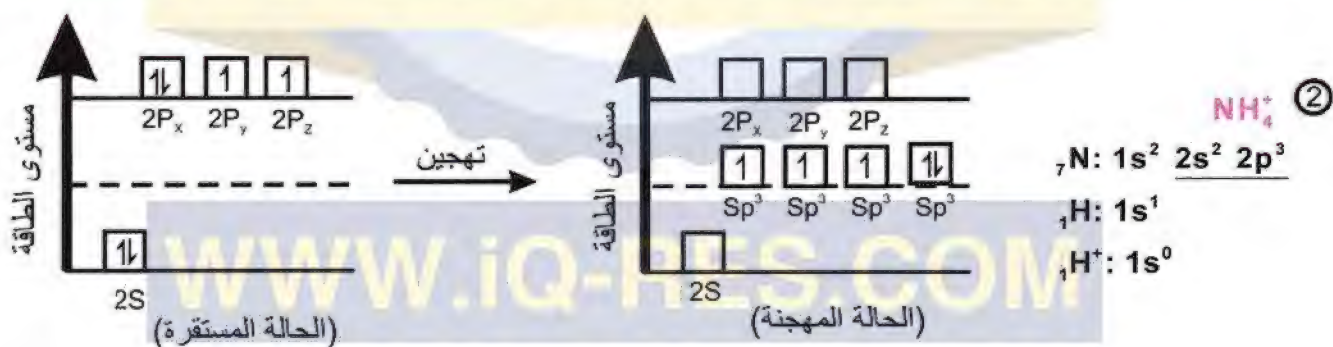
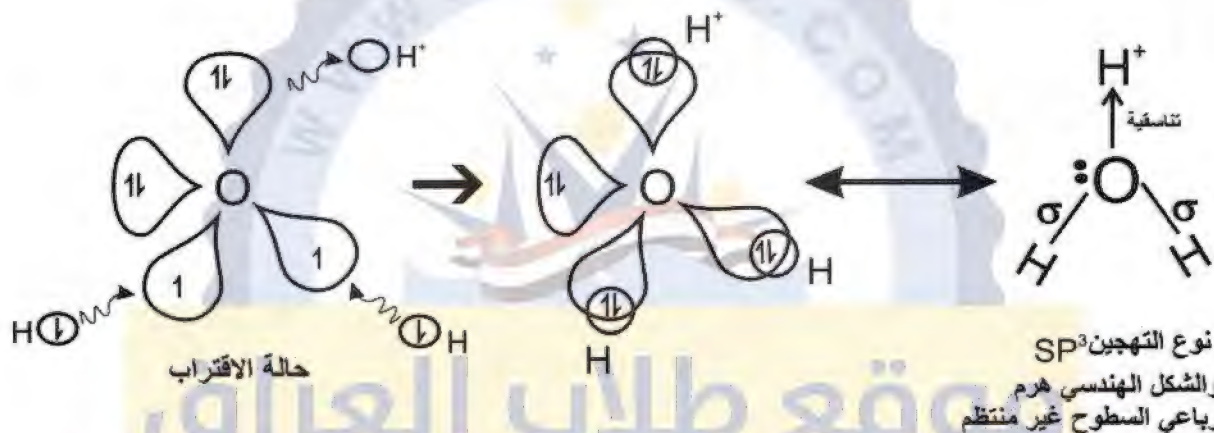
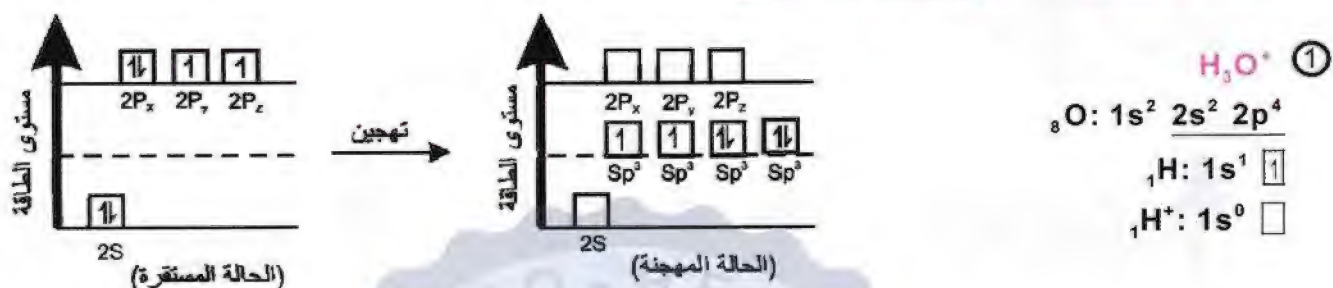
حول الاصره سيكما $(C-C)$ كما في C_2H_2



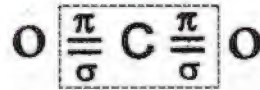
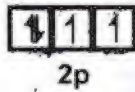
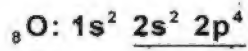
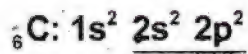
④ في جزيئة N_2 أو O_2 لا يوجد تهجين انما ترتبط الذرات بشكل

اوربيتالات غير مهجنة (نقية) بسبب عدم وجود ذرة مركزية.

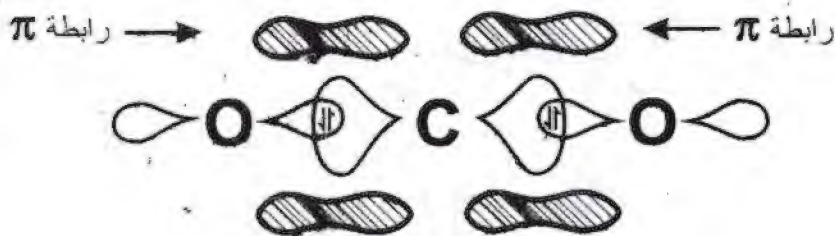
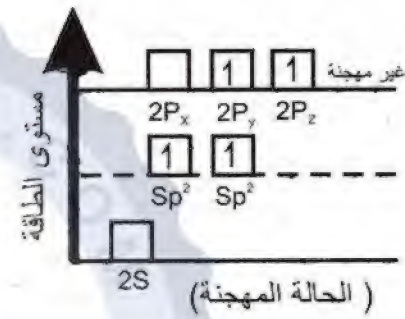
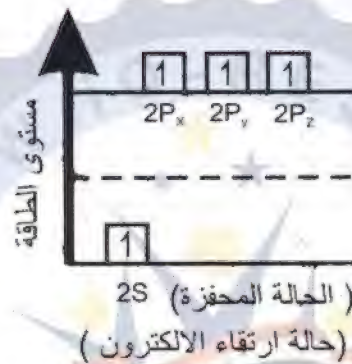
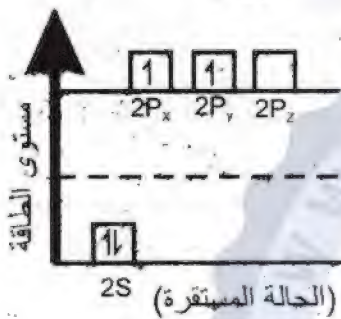
أمثلة إضافية على التهجين والشكل الهندسي



• ملاحظة/ عند وجود شحنة موجبة للأيون مثل NH_4^+ , H_3O^+ معناه وجود اصرة تناسقية



③ جزيء CO_2 : ان الذرة المركزية هي C



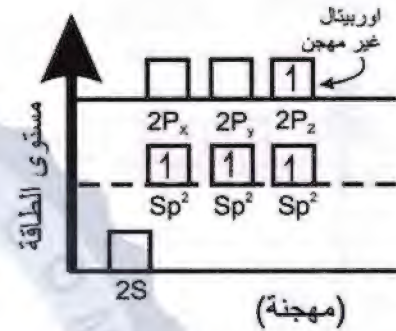
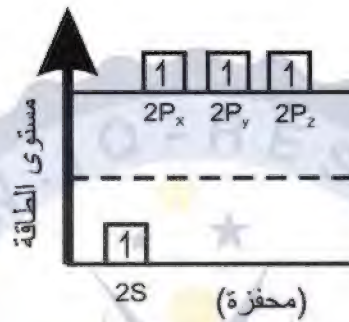
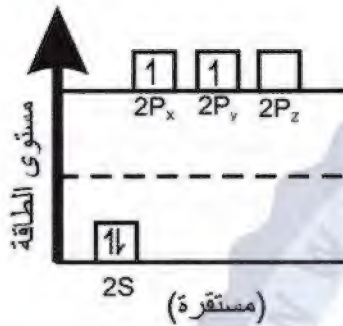
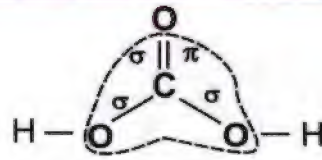
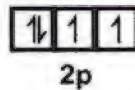
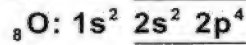
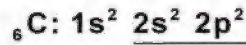
نوع التهجين sp

والشكل الهندسي خط مستقيم

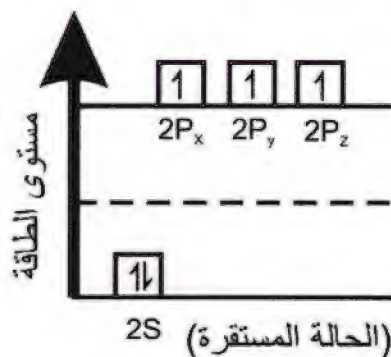
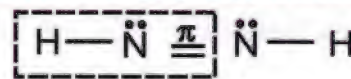
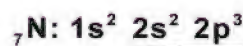
عدد اواصر σ (2 = C-O)

عدد اواصر π (2 = C-O)

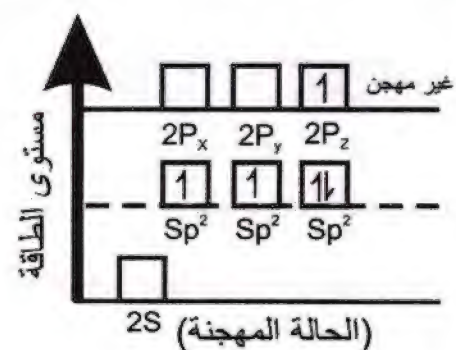
اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصرا

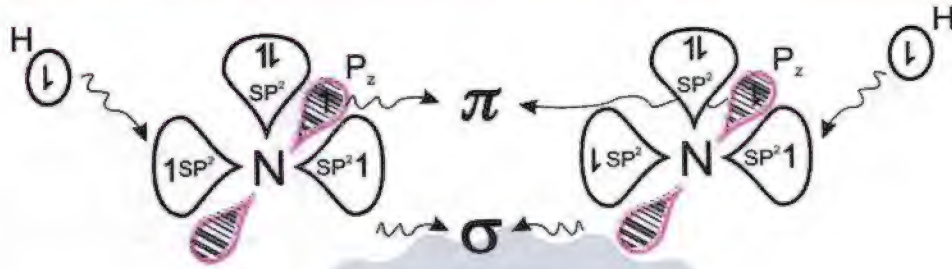


وبعد اقتراب الاوكسجين من ذرة الكربون المركزية المهجنة يحصل تداخل راسي بين الاوربيتالات المهجنة الثلاثة SP_2 لذرة C مع ثلاث اوربيتالات O نقية وتداخل اوربitalي ذرتي H مع اوربيتالين اخرى لذرتي O ثم يحصل التداخل الجانبي لاوربيتال C غير المهجن ($2P_z$) مع اوربيتال ذرة O الثالثة ليتم الحصول على (شكل مثلث مستوي تهجين ذرة C فيه SP^2).



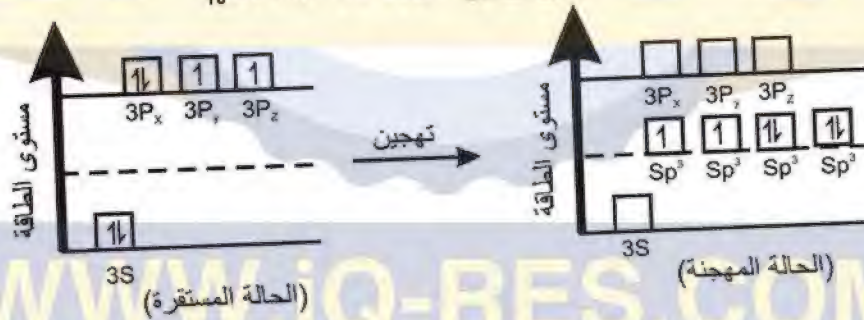
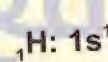
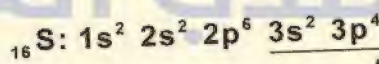
تهجين



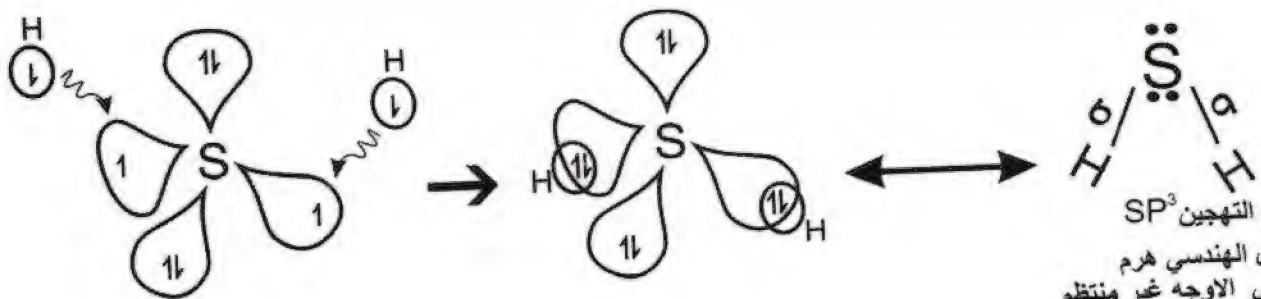


نوع التهجين sp^2
والشكل الهندسي مثلثين
مستويين متقابلين الرأس (هرمان)

موقع طلاب العراق



WWW.IQ-RES.COM

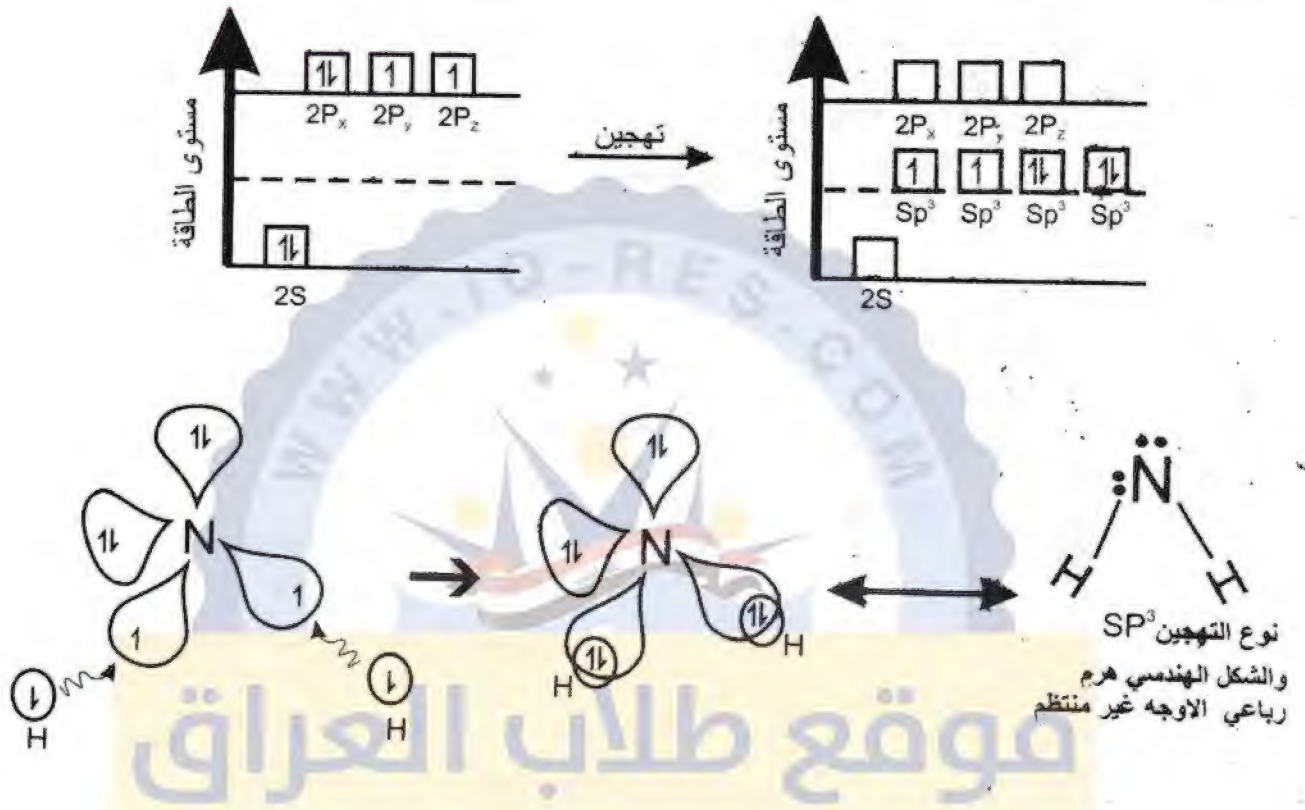
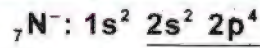
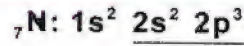


نوع التهجين sp^3
الشكل الهندسي هرم
رباعي الاوجه غير منتظم

مكتب الشمس

اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصرا





ملاحظات/

- الاوربييتال المهجن المحتوي على الكترون واحد للذرة المركزية المهجنة يكون تداخله راسيا مع اوربييتالات ذرة اخرى ويكون اواصر سيكما ويكون بشكل فض واحد .
- الاوربييتال غير المهجن (يحتوي الكترون) يكون تداخله جانبيا (عمودي أو أفقي) ويكون اواصر π ويكون بشكل فصين (P نقى)
- المزيج الالكتروني الموجود في الاوربييتال المهجن (الداخل ضمن التهجين) يكتب بشكل فض يحتوي الكترونين أو يكتب بشكل نقطتين (:) فوق رمز العنصر.

واجبات التهجين والشكل الهندسي للجزيئة (أو الايون)

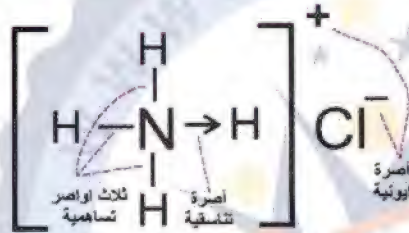
(SP ³) OF ₂	③	(SP) BeF ₂	②	(SP ²) BH ₃	①
(SP ³) NF ₃	⑥	(SP ³) N ₂ H ₄	⑤	(SP ³) NH ₂ ⁻	④
(SP ²) SO ₃	⑨	(SP ³) OH ⁻	⑧	(SP ²) NO ₂ ⁻	⑦

أسئلة الفصل الثاني وحلولها

2-1 علل كلا مما يأتي :

(1) درجة غليان الماء (100°C) أعلى من درجة غليان غاز كبريتيد الهيدروجين (60°C -)

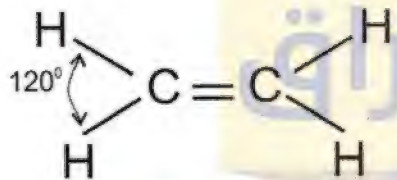
ج/ بسبب ارتباط جزيئات الماء مع بعضها باواصر هيدروجينية وتكوين سلاسل تحتاج الى طاقة عالية للغليان وعدم تكون مثل هذه الاواصر بين جزيئات كبريتيد الهيدروجين (H₂S)

(2) جزيء كلوريد الامونيوم NH₄Cl يحتوي على ثلاث اواصر تساهمية قطبية وتناسقية وايونية ؟

ج/ لان ذرة النتروجين ترتبط بثلاث ذرات H

باواصر تساهمية مستقطبة وبايون H⁺بأصرة تناسقية (→) مكونة ايون NH₄⁺ويرتبط Cl بأيون NH₄⁺ بأصرة

ايونية مكونة كلوريد الامونيوم

(3) الزاوية بين الأوربيتالين المهجنين SP² في جزيء C₂H₄ تساوي 120°Cج/ لان الذرة المركزية المهجنة أوربيتالاتها من نوع (SP²)

تكون ثلاث اواصر تساهمية وتكون الذرة المركزية في مركز مثلث متساوي

الاضلاع زواياه المركزية $120^\circ = \frac{360^\circ}{3}$ بين كل آصرتين .

(4) المركبات الأيونية لا توصل الكهربائية في حالتها الصلبة لكن منصهراتها او محاليلها في الماء جيدة التوصيل ؟

ج/ راجع الملزمة ص ٣٧

(5) عند وضع قطعة من الثلج في الماء . تطفو . لكن عند وضع قطعة متجمدة من البنزين في البنزين السائل تغطس ؟

ج/ بسبب كون الاواصر الهيدروجينية في الحالة السائلة للماء أقوى (اي اقصر طولاً) ويعود ذلك لحرية حركة جزيئات الماء في الحالة السائلة وعند الانجماد يزداد طول الاواصر الهيدروجينية وذلك بسبب تناثر ذرات الاوكسجين لجزيئات الماء المتجاورة وذلك يزيد من حجم الماء المتجمد (اي تقل كثافته ولا تحدث هذه الظاهرة في البنزين او السوائل الاخرى لعدم وجود الأصرة الهيدروجينية) التي تقلل من كثافة الثلج قياساً بالماء السائل فيطفو فيه بينما لا تتكون مثل هذه الاواصر بين جزيئات البنزين.

2-2 قارن بين كل مما يأتي :

(1) الأصرة التساهمية والأصرة التناسقية ؟

الأصرة التناسقية

الأصرة التساهمية

ج/

① اقصر واضعف

① اقصر واغوى

② أصرة تساهمية خاصة تنشأ بين ذرتين عند تقدم احدهما زوج الكتروني (قاعدة لويس) الى الذرة الاخرى المحتوية على أوربيتال فارغ (حامض لويس) وتكون المستقبلية للمزدوج الالكتروني المكون للأصرة التناسقية

② تنشأ بين ذرتين عندما تشارك كل ذرة بالكترون من غلافها الخارجي

③ الزوج الالكتروني يكون مشتركاً بين الذرتين

③ الزوج الالكتروني يكون مشتركاً بين الذرتين

④ تمثل بسهم متجه من الذرة الواهبة نحو الذرة المستقبلية

④ تمثل بخط مستقيم (—) او نقطتين (:) مثل

(→) مثل ايون الامونيوم [H₃N → H]⁺N-H في NH₃

(2) الاصرة سيكما والاصرة باي

الاصرة باي

الاصرة سيكما

ج

- ① اصرة تساهمية قوية .
- ② تنشأ من تداخل اوربيتالين مهجنين او غير مهجنين تداخلاً راسياً بين اوربيتالي (s,s) أو (s , p) أو (P_x , P_x)
- ③ الكثافة (السحابة) الالكترونية موزعة على طول محور الاصرة بين الذرتين
- ① اصرة تساهمية أضعف .
- ② تنشأ من تداخل اوربيتالين من نوع (p) تداخلاً جانبياً (من التداخل الجانبي العمودي للأوربيتالات P_z و P_z والتداخل الجانبي الافقي للأوربيتالات P_y و P_y)
- ③ الكثافة الالكترونية تتوزع فوق وتحت محور الاصرة في التداخل الجانبي العمودي ويمين ويسار محور الاصرة في التداخل الجانبي الافقي (اي تتوزع على جانبي محور الاصرة بين الذرتين)

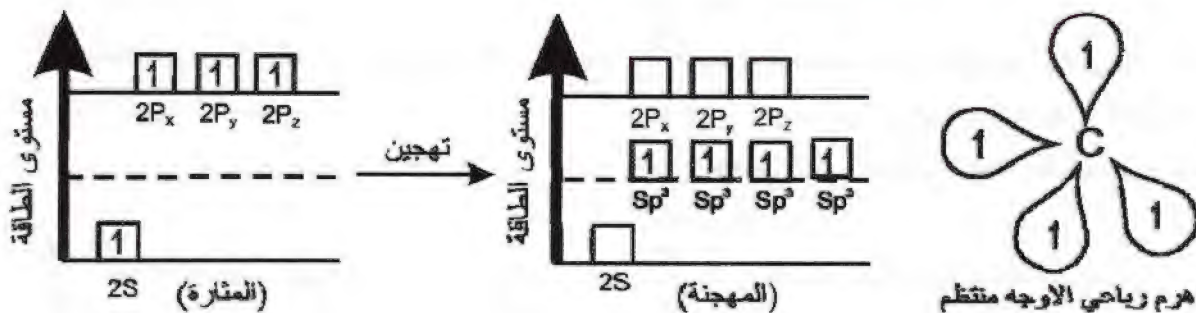
(3) الاوربيتال المهجن والاوربيتال غير المهجن

الاوربيتال غير المهجن

الاوربيتال المهجن

ج

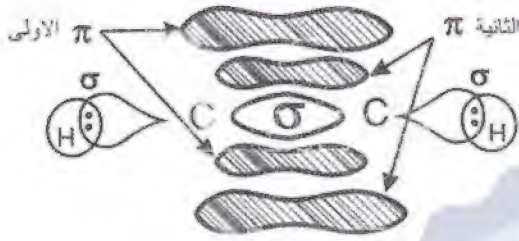
- ① يتكون من فصيلين غير متكافئين في الشكل والطاقة فص كبير نسبياً تتمركز فيه الكثافة الالكترونية وفص صغير تقل فيه الكثافة الالكترونية يهمل عند الرسم.
- ② تكون اواصر سيكما عند تداخلها مع اوربيتالات اخرى راسياً
- ③ تماثلة في الشكل والحجم والطاقة في الذرة المهجنة
- ④ اكثر امتداد في الفراغ ولها اكثر قابلية على التداخل مع اوربيتالات ذرية لذرّة اخرى والاواصر التي تنشأ قوية .
- يتكون من فص واحد أو اكثر متساوية في الحجم
- تكون اواصر π عند تداخلها مع اوربيتالات اخرى جانبياً (عمودياً . افقياً)
- لا تكون كذلك
- اقل امتداد في الفراغ ولها اقل قابلية على التداخل مع الاوربيتالات الاخرى والاواصر التي تنشأ اضعف

2 - 3 ارسم شكلاً يوضح ذرة كاربون مثارة وذرة كاربون مهجنة SP³ ؟

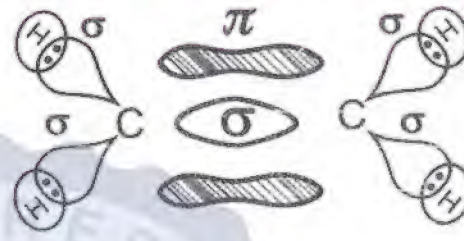
4-2 ارسم وقارن بين اشكال جزيئي الاثيلين والاسثيلين بدلالة الاوربيتالات المهجنة

اي من الاصرة بين ذرتي الكربون هي اقوى ؟

ج



① نوع التهجين لذرة الكربون SP

① نوع التهجين لذرة الكربون SP²

② الشكل الهندسي مثلثين مستويين والزوايا بين كل

والزاوية بين الاوربيتالات المهجنة 180°

اوربتالين مهجنين 120°

والاصرة C≡C هي الاقوى

③ ثلاث اوربتالات مهجنة واوربتال غير مهجن لكل ذرة

ذرة كربون

كربون

④ الاصرة ثلاثية بين ذرتي C

④ الاصرة مزدوجة بين ذرتي C

أحدهما σ والاشتاتان هما من نوع π

أحدهما σ والاخرى π

والاصرة سيكما σ بين ذرتي الكربون هي اقوى من اصرة π باي.

5-2 ما هي حالة التهجين في كل مما ياتي ذاكر اشكال المركبات الناتجة:

5-2

(1) النتروجين في الامونيا

(2) الاوكسجين في الماء

(3) النتروجين في HN = NH ؟

WWW.IQ-RES.COM

الشكل الهندسي للجزيء

نوع التهجين للذرة المركزية

المركب

هرم رباعي الاوجه غير منتظم (ص ٥٣)

SP³:NNH₃

هرم رباعي الاوجه غير منتظم (ص ٥٤)

SP³:OH₂O

هرمان (ص ٦٠)

SP²:N

HN = NH

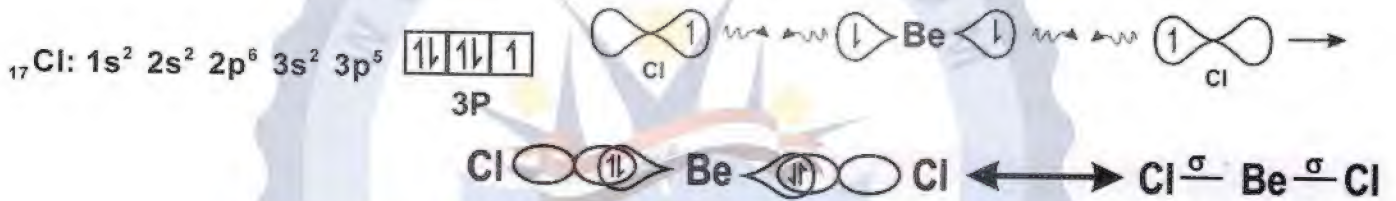
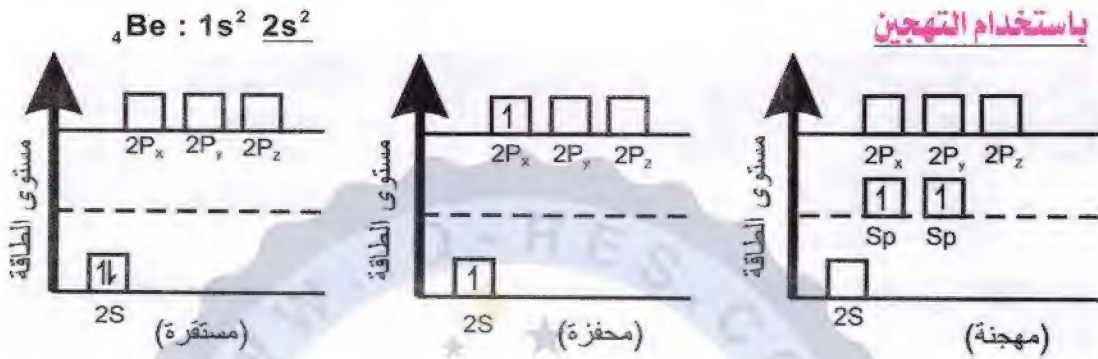
6-2 ارسم الصيغ الرنينية لكل من: CH₃COO⁻ و O₃ و CO₃²⁻ ؟ ج/ راجع الملزمة ص ٤٢

6-2

7-2 ارسم الشكل الهندسي للجزيئات باستخدام التهجين مرة وباستخدام نظرية (VESPR)

مرة اخرى : BeCl_2 و CH_4 و BF_3 ؟

ج / BeCl_2 : باستخدام التهجين

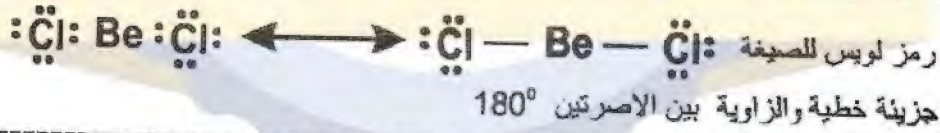


حالة التهجين SP

والشكل الهندسي جزيئة خطية
والزاوية 180°

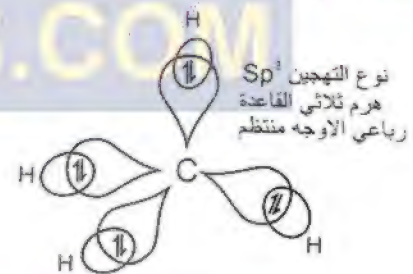
موقع طلاب العراق

باستخدام نظرية (VESPR) : نكتب رمز لويس للذرتين : $\text{Be} \cdot \cdot \cdot \text{Cl} \cdot$



باستخدام (VESPR) : $\cdot \ddot{\text{C}} \cdot \cdot \cdot \text{H}$

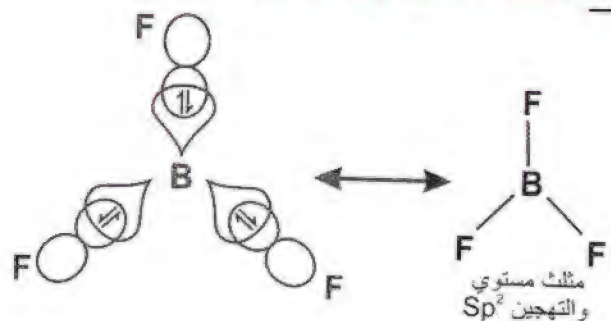
CH_4 : باستخدام التهجين (راجع الملزمة)



باستخدام (VESPR) : $\cdot \ddot{\text{B}} \cdot$ $5\text{B} : 1s^2 2s^2 \text{sp}^1$

BF_3 : باستخدام التهجين (راجع الملزمة)

$9\text{F} : 1s^2 2s^2 \text{sp}^5$ $\cdot \ddot{\text{F}} :$



2- 8 لماذا تتحد ذرات العناصر مع بعضها ؟ هل ان اتحاد ذرات العناصر يكون مركبات دائما ؟ ناقش

اجابتك علميا مع مثالين في الاقل ج / راجع الملزمة ص ٣٣

2- 9 أ- ما الاصرة الكيميائية ؟ عرفها بدقة . ب- عدد فقط انواع الاواصر التي تعرفها ؟

ج / راجع الملزمة ص ٣٥ و ص ٣٦

2- 10 أ- ما الاصرة الايونية ؟ وما شروط تكوينها ؟ ج / راجع الملزمة ص ٣٦

ب- لماذا لا تتكون الجزيئات في المركبات الايونية ؟

ج / لان الايونات الموجبة والسالبة تترتب بهيئة تجمعات بلورية بنظام هندسي معين . وعليه من الخطأ القول جزيء NaCl والصحيح ان صيغة NaCl تمثل أبسط نسبة عددية للايونات المتحددة في التجمع البلوري للملح.

ج - ما اهم صفات المركبات الايونية ؟ ج / راجع الملزمة ص ٣٦.

2- 11 ماذا نقصد بالاصرة الهيدروجينية ؟ وضع ذلك بمثال ثم ارسم الاواصر الهيدروجينية بين جزيئات

الميثانول (CH₃OH) ؟ ج / راجع الملزمة ص ٤١

2- 12 الاصرة التساهمية قد تكون مستقطبة (قطبية) متى يكون ذلك ؟

ج / تنشأ عندما يكون الفرق في الكهرسلبية بين الذرتين المتحدتين عالياً أكبر من صفر واقل من 1.7 كما في حالة اتحاد ذرة الـ H مع ذرة الـ Cl أو N أو O وكما مبين $H^{\delta+} - Cl^{\delta-}$ و $H^{\delta+} - N^{\delta-}$ و $H^{\delta+} - O^{\delta-}$

2- 13 ما العوامل التي تحدد كون الاصرة بين ذرتين تساهمية او تساهمية مستقطبة ؟ او ايونية ؟

ج / (1) موقع كل ذرة في الجدول الدوري . (2) الفرق في الكهرسلبية بين الذرتين.

2- 14 ما الاصرة الفلزية ؟ وما تأثيرها على خواص الفلزات النقية ؟ ج / راجع الملزمة ص ٤٠

2- 15 أعد كتابة العبارات الآتية مصححا ما (قد) تجده فيها من أخطاء علمية :

أ- كل المركبات ذات الاواصر التساهمية لا تذوب في الماء.

ج / العبارة خاطئة ، والصحيح ان بعض المركبات ذات الاواصر التساهمية المستقطبة (مثل السكر وبعض الكحولات) تذوب في الماء لانه ذو اواصر تساهمية مستقطبة.

ب- الاصرة الثلاثية في C₂H₂ تحتوي على ثلاث اواصر من نوع π

ج / العبارة خاطئة ، والصحيح ان الاصرة الثلاثية في C₂H₂ تحتوي على اصره سيكما واحد و اصرتين باي π

ج - البروتونات والنيوترونات تشارك في تكوين الاصرة الايونية.

ج / العبارة خاطئة ، والصحيح ان شحنة البروتونات (الشحنة الموجبة) فقط تشارك في تكوين الاصرة الايونية. الالكترونات تشارك في تكوين الاصرة الايونية

د- نوع تهجين الاوربيتالات الـ C في الميثان مشابه لمثيله بذرة الـ N في الامونيا وهو (SP³) ج / (صحيحة)

هـ - الاصرة (π) أقل طاقة من الاصرة (σ) للجزيء نفسه ج / (صحيحة)

الفصل الثالث

الجدول الدوري وكيمياء العناصر الانتقالية

- أولى المحاولات التي تمت لتصنيف العناصر وترتيبها في جدول هي تقسيم العناصر الى مجموعتين هما :

أ- مجموعة الفلزات ب- مجموعة اللافلزات

ليس هناك حد فاصل يقسم العناصر الى فلزات ولا فلزات حيث تشترك كثير من الخواص بين عناصر هاتين المجموعتين

- صنفت العناصر على اساس اخرى اهمها التي بنيت على اساس العلاقة بين خواص العناصر وكتلتها الذرية .

وهذه المحاولات هي:

- ① **ثلاثيات دوبيرنر (1817)** : هي مجاميع تتكون من ثلاث عناصر الفرق في الكتلة الذرية فيها لاي عنصر ثابتا تقريبا مع العنصر الذي يسبقه ويلحقه وتتشابه العناصر في هذه الثلاثيات في كثير من الخواص الفيزيائية والكيميائية فخواص العنصر هي متوسط خواص العنصرين السابق واللاحق له .

مثال / مجموعة الكالسيوم **Ca** والسترونتيوم **Sr** والباريوم **Ba** ، وفي حالات اخرى مثل مجموعة الحديد

والكوبلت والنيكل يكون للعناصر كتل ذرية متساوية تقريبا

- ② **قانون الثمانية للعالم نيولاندس (1864)** : رتب العناصر التي كانت معروفة لديه وعددها **63** عنصر حسب زياد كتلتها الذرية على شكل مجموعات تتكون كل مجموعة من ثمانية عناصر فاذا بدأ بعنصر ما فان العنصر الثامن يشبه في خواصه الكيميائية العنصر الذي بدأ فيه ، نظرا للتشابه بين هذه الملاحظة وبين السلم الموسيقي فقد اطلق على ملاحظاته هذه (قانون الثمانية)

علل / كان قانون ثمانية لانديس صحيحا في حالة 17 عنصر الاولى اما العناصر التالية فقد ظهرت بعض المتناقضات ؟

- ج / بسبب عدم دقة الكتل الذرية من جهة ومن جهة اخرى لم يترك مكانا خاليا في جدول له لكثير من العناصر التي لم تكن معروفة في ذلك الوقت .

- ③ **وضع مندليف قانونه الدوري** : وهو (تعتمد خواص العناصر اعتمادا دوريا على كتلتها الذرية) حيث رتب العناصر تصاعديا في جدولته المعروف بالجدول الدوري حسب كتلتها الذرية بحيث تقع العناصر المتشابهة في الخواص تحت بعضها وقد اتخذها اساسا لتصنيف العناصر .

اشتمل جدول مندليف على صفوف افقية سميت (الدورات) وصفوف راسية (عمودية) سميت الزمر (مجموعات)

ملاحظة / توصل ماير الى نفس النتيجة وصاغ نفس القانون الدوري لمندليف .

- ترك مندليف وماير اماكن فارغة لاحتمال اكتشاف عناصر جديدة مستقبلا .

علل / ارتباط اسم الجدول الدوري بالعالم مندليف ؟

- ج / لانه استطاع تحديد خواص بعض العناصر غير المكتشفة في عصره ومنها عنصر الجرمانيوم وسماه شبيه السليكون ، كما قام مندليف بتغيير مكان بعض العناصر كي يتماشى بصورة افضل مع العناصر الجديدة المجاورة لها وقد تم تصحيح بعض الاخطاء في وضع بعض العناصر تبعا لقيم كتلتها الذرية .

س/ ما هي نقاط الضعف في جدول مندليف ؟ 3 - اسئلة الفصل

- ج / أ- موضع الهيدروجين : يوضع الهيدروجين احيانا في المجموعة الاولى فوق الفلزات القلوية احيانا واحيانا فوق المجموعة السابعة (الهالوجينات) . - علل / لوجود بعض اوجه التشابه بينه وبين هذه العناصر في المجموعتين المذكورتين .



ب- موضع العناصر الانتقالية الداخلية (اللانثيدات) هي 14 عنصر تتشابه في كثير من الخواص وخاصة التكافؤ (غالباً 3) وتقع في الزمرة الثالثة مكان عنصر واحد في جدول مندليف ، وتوضع عادة في اسفل الجدول وكذلك الحال في الاكتينيدات.

ج- الترتيب المتباين لبعض العناصر: تترتب العناصر في جدول مندليف تصاعديا حسب كتلتها الذرية ولكن وقوع بعض العناصر في امكنة لا تتفق فيها خواصها مع خواص العناصر الاخرى في الزمرة، لذا تم تغيير وضع هذه العناصر بصرف النظر عن قيمة كتلتها الذرية.

مثال للتوضيح/ الكتلة الذرية للكوبلت CO هي 58.94 وللنيكل 58.69 ومع ذلك يوضع الكوبلت قبل النيكل ، يوضع الاركون (39.94) قبل البوتاسيوم (39.09) ، التيريوم 127.61 قبل اليود (126.93) .

الجدول الدوري الحديث (جدول موزلي 1914) هو جدول رتبت فيه العناصر ترتيبا تصاعديا بصورة افقية حسب زيادة اعدادها الذرية. (اي ان كل عنصر يزيد عن العنصر الذي يسبقه بالكترون واحد يعرف بالالكترون المميز)

س / ما الفرق بين جدول مندليف والجدول الدوري الحديث ؟ 4 - اسئلة الفصل

- ج / جدول مندليف رتبت فيه العناصر في الدورات تصاعديا حسب زيادة كتلتها الذرية بينما الجدول الدوري الحديث رتبت فيه العناصر تصاعديا حسب زيادة اعدادها الذرية.
- الترتيب حسب زيادة الاعداد الذرية في الجدول الدوري يتوافق مع ترتيب العناصر حسب زيادة مستويات الطاقة من الاقل ثم الى الاكثر طاقة.
 - يكون الجدول الدوري الحديث بشكل دورات افقية عددها (7) وزمر مرتبة بشكل اعمدة عددها 18 زمرة

الدورات في الجدول الدوري الحديث (عددها 7)

1- الدورة القصيرة الاولى وتضم عنصرى الهيدروجين والهيليوم

1	1
	H

2
He

2- الدورة القصيرة الثانية وتتكون من 8 عناصر وترتيبها في الجدول الدوري كما ياتي:

2	3	4
	Li	Be

5	6	7	8	9	10
B	C	N	O	F	Ne

3- الدورة القصيرة الثالثة وتتكون من 8 عناصر وترتيبها في الجدول الدوري:

3	11	12
	Na	Mg

13	14	15	16	17	18
Al	Si	P	S	Cl	Ar

4- الدورة الطويلة الرابعة وتتكون من 18 عنصر وترتيبها في الجدول الدوري:

4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

عناصر انتقالية 3d

5- الدورة الطويلة الخامسة وتتكون من 18 عنصر وترتيبها في الجدول الدوري:

5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe

عناصر انتقالية 4d

6- الدورة الطويلة جدا هي السادسة وتتكون من 32 عنصر وترتيبها في الجدول الدوري:

عناصر انتقالية 5d																		
6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

لاشديدات (4f)

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

7- الدورة السابعة وتتكون من 24 عنصر وترتيبها في الجدول الدوري:

7	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds								

اكتنيدات (5f)

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

الزمر في الجدول الدوري

عددها 18 زمرة مقسمة الى مجموعة A عددها 8 زمرة ومجموعة B عددها 10 زمرة.

س / عرف الدورة والزمرة في الجدول الدوري ؟

س / صيغة ثانية للسؤال / قارن بين الدورة والزمرة في الجدول الدوري ؟

ج / **الدورة**: وهو ترتيب العناصر افقيا في الجدول الدوري على اساس زيادة العدد الذري . ولعناصرها كتل ذرية متقاربة وتختلف في خواصها الفيزيائية ، وتمثل الدورة رقم غلاف الطاقة الرئيسي الخارجي مثل العناصر ${}^6\text{C}$ و ${}^7\text{N}$ و ${}^8\text{O}$ في الدورة الثانية.

الزمرة : وهو ترتيب العناصر بشكل اعمد شاقولية في الجدول الدوري على اساس تساوي عدد الالكترونات في الغلاف الخارجي (**الالكترونات التكافؤ الخارجية**) وتشابه في خواصها الكيميائية ولعناصرها اختلاف كبير في كتلها الذرية وتمثل الزمرة عدد الالكترونات في الغلاف الرئيسي الخارجي مثل ${}^4\text{Be}$ ، ${}^{12}\text{Mg}$ ، ${}^{20}\text{Ca}$ ، في الزمرة الثانية (IIA).

علل / تتشابه عناصر الزمرة الواحدة في خواصها الكيميائية .

ج / بسبب تساوي عدد الالكترونات التي تستطيع الذرة فقدها او اكتسابها او المساهمة بها اثناء الدخول في التفاعل الكيميائي.

ملاحظة / الترتيب الالكتروني في مليء الاغلفة يماثل ترتيب العناصر في الجدول الدوري حسب ازدياد العدد الذري

اجزاء الجدول الدوري / يتضمن الجدول الدوري اربعة اجزاء:

الجزء الاول / ويشمل الزمرة الاولى IA (فلزات القلوية) والزمرة الثانية IIA (فلزات الاتربة القلوية) وكلاهما

تنتهي بغلاف من نوع (ns)

الجزء الثاني / ويشمل العناصر الموجودة في الزمر IIIA , IVA , VA , VIA , VIIA (وتسمى الزمرة O)

وتنتهي بغلاف من نوع (np). وتسمى عناصر الجزء الاول والثاني بالعناصر المثلثة وتُمليء

الالكترونات في مستويات الطاقة الفرعية (S و P)

الجزء الثالث / ويضم جميع العناصر في المجموعات (الزمر) الفرعية B وهي:

IB , IIB , IIIB , IVB , VB , VIB , VIIB , VIIIB (أو الزمرة صفر (0) والتي تشمل

8B , 9B , 10B). والغلاف الخارجي لهذه العناصر يكون من نوع S و d وان d غير ممتلئ

بالالكترونات وسميت بـ (العناصر الانتقالية)

الجزء الرابع / يضم سلسلتين من العناصر الانتقالية الداخلية هي: اللانثينيدات (4f) والاكتنيدات (5f)

علل / سميت العناصر الانتقالية بهذا الاسم ؟

ج / لانها تنتقل بالخواص بين العناصر ذات الغلاف الخارجي S (زمرة IA , IIA) والعناصر ذات الغلاف الخارجي

p (زمرة IIIA , IVA , VA , VIA , VIIA , VIIIA) وهي تتوسط الجدول الدوري

موقع طلاب العراق

(العناصر المثلثة)
(الجزء الأول)

عناصر المجموعة الرئيسية

(العناصر المثلثة)
(الجزء الثاني)

عناصر المجموعة الرئيسية

نقصان الخواص الفلزية

رقم الذرة

رقم الدورة

زيادة الخواص الفلزية

	IA		IIA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
--	----	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

دورية الخواص في الجدول الدوري /

(أ) **الحجم الذري (نصف القطر الذري)** وهو نصف المسافة بين مركزي (نواتي) ذرتين متماثلتين متحدين في البلورة ، ويقاس باستخدام الاشعة السينية.

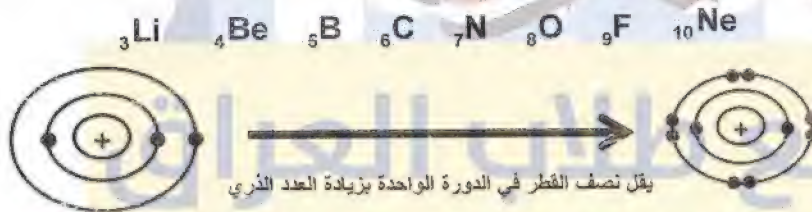
س/ **يعتبر حجم الذرة خاصية صعبة التحديد . علل ذلك ؟**

ج/ اهم سبب هو احتمال ان التوزيع الالكتروني يتاثر بالذرات المجاورة في المركب الكيميائي وبذلك فان حجم الذرة يتغير الى حد ما عند الانتقال من حالة الى اخرى كما عند الانتقال من مركب اخر.

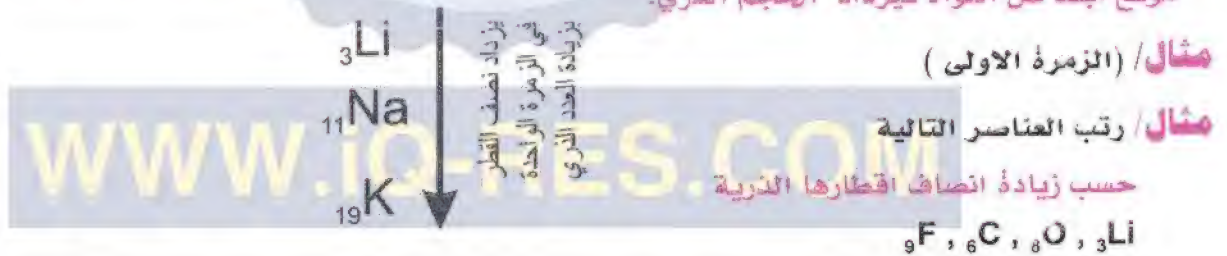
س/ **كيف يتغير الحجم الذري لعناصر الدورة الواحدة والزمرة الواحدة بزيادة العدد الذري ولماذا ؟**

5 - اسئلة الفصل

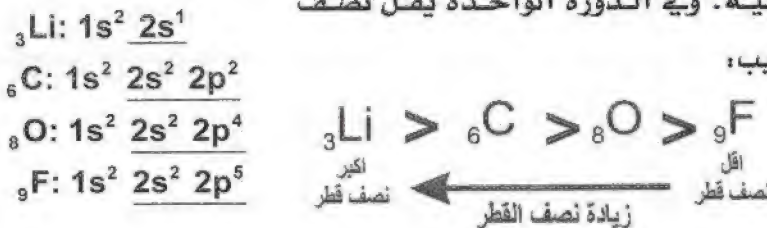
ج/ • يقل الحجم الذري (نصف قطر الذرة) لعناصر الدورة الواحدة بازياد العدد الذري (من اليسار الى يمين الجدول الدوري) **علل/** لان زياده العدد الذري يعني زياده عدد الشحنات الموجبة (البروتونات) للنواة وزياده الشحنات السالبة (الالكترونات) مما يزيد الجذب بين الالكترونات في الاغلفة الخارجية والنواة فيقل نصف القطر وبالتالي يقل الحجم.



• يزداد الحجم الذري لعناصر الزمرة الواحدة بازياد العدد الذري (من الاعلى الى اسفل الجدول الدوري) بسبب زيادة عدد (اي اضافة) الاغلفة الالكترونية ذات اعداد كم متزايدة ابعد عن النواة فيصبح الغلاف الخارجي في موقع ابعد عن النواة فيزداد الحجم الذري.

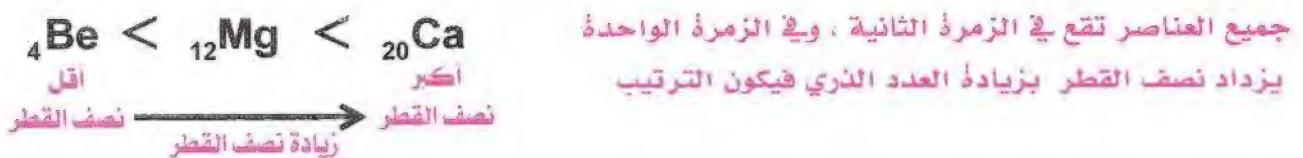


الحل/ جميع العناصر تقع ضمن الدورة الثانية. وفي الدورة الواحدة يقل نصف القطر بزيادة العدد الذري. وعليه يكون الترتيب:



مثال / رتب العناصر الآتية حسب زيادة انصاف اقطارها الذرية: ${}_{20}\text{Ca} \quad {}_{12}\text{Mg} \quad {}_4\text{Be}$

الحل/ ${}_4\text{Be}: 1s^2 2s^2$, ${}_{12}\text{Mg}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, ${}_{20}\text{Ca}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$













الحجم الذري في العناصر الانتقالية

علل/ يقل الحجم تدريجيا في كل سلسلة انتقالية حتى العنصر الخامس (اي الى نصف الدورة) ثم يزداد تدريجيا حتى نهاية السلسلة .

ج/ يقل الحجم تدريجيا لازدياد قوة الجذب اذ ان الالكترون الذي يضاف بزيادة العدد الذري من عنصر لآخر يدخل اوربيتالات الغلاف الثانوي (d) التي تستوعب 10 إلكترون وان اضافة نصف هذا العدد اي 5 إلكترونات يكون مصحوبا بحالة استقرار ويعمل هذا النظام الالكتروني على حجب تاثير النواة فتقل قوة جذبها للالكترونات التي تضاف بعد الالكترون الخامس وبالتالي زيادة الحجم قليلا بعد العنصر الخامس.

مثال/ (السلسلة الانتقالية الاولى)

									
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn

علل/ يقل حجم العناصر الانتقالية الداخلية تدريجيا بزيادة العدد الذري حتى العنصر السابع (اي الى نصف السلسلة) ثم يزداد تدريجيا مرة اخرى ؟

ج/ يقل الحجم نتيجة لازدياد قوة الجذب بين الالكترونات الخارجية والنواة حيث ان الالكترون الذي يضاف بزيادة العدد الذري من عنصر لآخر يدخل اوربيتالات الغلاف الثانوي f الذي يستوعب 14 إلكترون ، وعند العنصر السابع (اي عند اضافة نصف العدد وهي 7 إلكترون (f⁷)) يكون مصحوبا بحالة استقرار ويعمل هذا النظام الالكتروني على حجب تاثير النواة فتقل قوة جذبها للالكترونات التي تضاف بعد الالكترون السابع وبالتالي زيادة الحجم قليلا بعد العنصر السابع.

انصاف اقطار ايونات الذرات

أ- الأيون/ ذرة او مجموعة ذرية لها شحنة موجبة او سالبة.

علل/ عندما تفقد الذرة الالكترونات وتكون ايونا موجبا يصغر حجمها ؟

ج/ بسبب وجود عاملين،

اولا/ ان الالكترون الذي تفقده الذرة غالبا ما يكون الكترون تكافؤ ، وينتج عن فقدانه مدار خارجي فارغ مما يسبب نقصان نصف القطر.

ثانيا/ يقلل التنافر الكهروستاتيكي بين ما تبقى من الالكترونات بالاضافة الى زيادة التجاذب بينها وبين النواة ذات الشحنة الموجبة مما يسمح للالكترونات بالاقتراب اكثر من النواة.

مثال/ نقصان نصف القطر لذرة الصوديوم Na عندما تكون ايونا موجبا Na⁺ وكذلك الحال لذرة البيريليوم Be عند تحويلها الى الايون الموجب Be⁺²

علل/ عندما تكتسب الذرة الكترونات وتكون ايونات سالبة يزداد حجمها ؟

ج/ لان اضافة الكترون الى الذرة يولد تنافرا كهروستاتيكيا اكبر مع الكترونات المستويات الخارجية ويدفعها بقوة نحو الخارج ، وينتج عن زيادة المسافة بين الالكترونات الخارجية زيادة في مقدار نصف القطر.

مثال/ يزداد نصف قطر ذرة الكلور عندما تكون ايونا سالبا Cl⁻ (اي ازدياد نصف القطر الايوني لذرة الكلور). وكذلك الحال لذرة الاوكسجين O عند تحويلها الى الايون السالب O⁻²



ب- **طاقة التاين** / وهي الطاقة اللازمة لانتزاع الكترون من ذرة متعادلة في حالتها الغازية وتكوين ايون موجب . كما في المعادلة الاتية :

$$M + \text{طاقة} \longrightarrow M^+ + e^-$$

ذرة متعادلة الكترون ايون موجب

مثال / انتزاع الكترون من ذرة الصوديوم $Na(g) + \text{طاقة التاين} \longrightarrow Na^+ + e^-$

• تقاس طاقة التاين بوحدات الالكترون فولت والالكترون فولت طاقة صغيرة تساوي $1.6 \times 10^{-19} J$

• تسمى الطاقة اللازمة لانتزاع الالكترون الاول بطاقة التاين الاولى وينتج ايون ذو شحنة موجبة واحد (M^+) وتسمى الطاقة اللازمة لانتزاع الكترون الثاني بطاقة التاين الثانية وهكذا.

علل / طاقة التاين الثانية تكون دائما اكبر من طاقة التاين الاولى ؟

ج/ لان شحنة النواة الموجبة تجذب الالكترونات الثانية بقوة اكبر

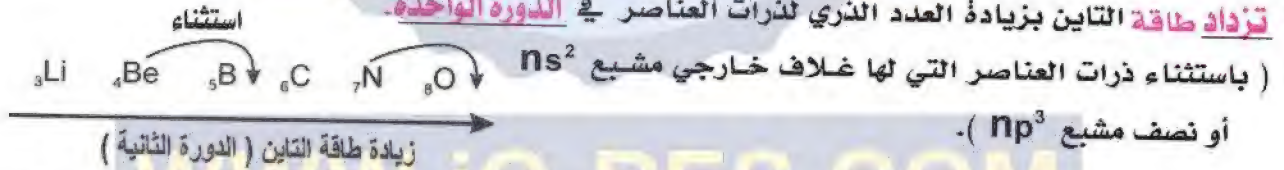
علل / تمتلك العناصر النييلة اعلى طاقة تاين ؟

ج/ لاستقرار نظامها الالكتروني حيث تكون اغلفتها الخارجية مشبعة بالالكترونات وبالتالي يصعب انتزاع الالكترون.

علل / لعناصر الفلزات القلوية (الزمرة الاولى IA) طاقة تاين اقل من العناصر الاخرى ؟

ج/ بسبب كبر حجمها الذرية والى ان طبقة الكم قبل الاخيرة (الغلاف الذي قبل الاخير) تحتوي على 8 إلكترونات تتميز بدرجة كبيرة من الاستقرار فتعمل كحاجز يحجب تاثير شحنة النواة على الكترون التكافؤ فيسهل انتزاعه.

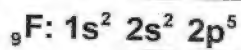
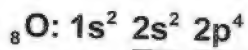
• **تزداد طاقة التاين بزيادة العدد الذري لذرات العناصر في الدورة الواحدة.**



علل / تزداد طاقة التاين في الدورة الواحدة بزيادة العدد الذري للعناصر ؟

ج/ بسبب زيادة الشحنة الموجبة ضمن النواة وبقاء الالكترونات في نفس مستوى الطاقة الرئيسي الخارجي فتزداد بذلك قوة الجذب على الالكترون من قبل الشحنات الموجبة للنواة وبالتالي نقصان حجم النواة (نصف قطرها) وزيادة الطاقة اللازمة لانتزاع الالكترون الخارجي.

مثال / ايهما اكبر طاقة تاين الفلور F أم الاوكسجين O ولماذا ؟



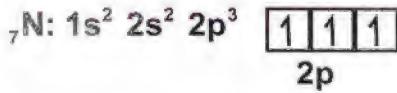
ج/ الفلور اكبر طاقة تاين من الاوكسجين لانهما يقعان في دورة واحدة (الدورة الثانية)

والعدد الذري لـ F اكبر من O وبالتالي حجم ذرة F اصغر وطاقة تاينها اكبر.

مكتب الشمس

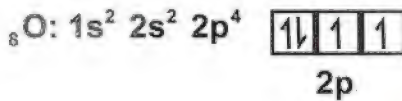
اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصرا

علل / طاقة تايين ذرة النروجين ${}^7\text{N}$ أكبر من طاقة تايين ذرة الاوكسجين ${}^8\text{O}$ بالرغم من ان الاوكسجين له أكبر عدد ذري؟

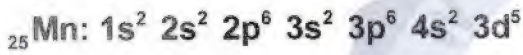


ج/

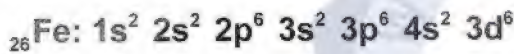
لان الغلاف الثانوي 2p لـ N يحتوي ثلاث الكترونات فهو نصف مشبع لذا فهو أكثر استقرارا من ذرة الاوكسجين التي تقع بعده مباشرة في الدورة الثانية لذلك تحتاج N الى طاقة أعلى من ذرة O لانتزاع الالكترون.



علل / طاقة تايين المنغيز ${}^{25}\text{Mn}$ أكبر من طاقة تايين الحديد ${}^{26}\text{Fe}$ ؟

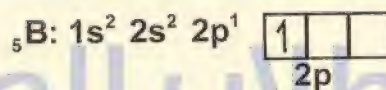
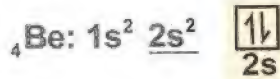


ج/ لان الغلاف الثانوي الاخير (3d) لـ Mn نصف مشبع لهذا فهو أكثر



استقرارا من Fe الذي يقع بعده مباشرة وبالتالي فان طاقة تايين Mn أكبر

س / ايهما أكبر طاقة تايين ${}^4\text{Be}$ أم ${}^5\text{B}$ ولماذا ؟



ج/

ان الغلاف الثانوي 2s لـ Be يحتوي الكترونين فهو مشبع لذا فهو أكثر استقرارا من B الذي يقع بعده مباشرة في الدورة الثانية لذا يحتاج Be طاقة تايين أعلى من B

● تقل طاقة التايين بزيادة العدد الذري في الزمرة الواحدة. /علل/

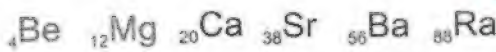
ج/ بسبب كبر (زيادة) الحجم الذري اي ابتعاد الكترونات الاغلفة الخارجية عن النواة مما يسهل انتزاع الالكترونات الخارجية من الذرة

مثال / ● في الزمرة الاولى (IA) تقل طاقة التايين من الليثيوم Li الى السيزيوم Cs



تقل طاقة التايين (يزداد نصف القطر) بزيادة العدد الذري

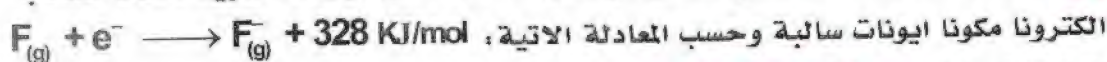
● في الزمرة الثانية (IIA) تقل طاقة التايين بزيادة العدد الذري



تقل طاقة التايين

علل / واجب / ① طاقة تايين ${}^{13}\text{Al} < {}^{12}\text{Mg}$ ② طاقة تايين ${}^{16}\text{S} < {}^{15}\text{P}$

ج - اللفة الكترونية / وهي مقدار الطاقة التي تنطلق من الذرة المتعادلة في الحالة الغازية عندما تكتسب



● تزداد اللفة الالكترونية (سهولة اضافة الكترون) لذرات عناصر الدورة الواحدة بازياد عددها الذري

علل ذلك / لان الحجم الذرية سوف تصغر مما يسهل على النواة جذب الالكترون.

مثال / الالفة الالكترونية للفلور F أكبر من النتروجين N (يقعان في الدورة الثانية) **/ علل /** لان الحجم الذري للفلور أصغر من النتروجين وبالتالي يسهل على نواة الفلور جذب (اضافة) الكترون، حيث تتحرر طاقة من اتحاد ذرة F مع الكترون اكبر من طاقة اتحاد ذرة N مع الكترون.

● تقل الالفة الالكترونية (زيادة صعوبة اضافة الكترون) لعناصر الزمرة الواحد بازياد عددها الذري .
/ علل ذلك / بسبب زيادة الحجم الذري مما يصعب اضافة الكترون الى الذرة.

مثال / الالفة الالكترونية لـ O أكبر من S (يقعان في الزمرة VIA) **/ علل /** لان الحجم الذري لـ O أقل من S وبالتالي صعوبة اضافة الكترون الى S أكثر من O

- يوجد جذب الكتروني (الة الالكترونية) أولى وثانية ...
- الالفة الالكترونية تقيس مدى شدة ارتباط الكترون اصيل بالذرة.

علل ما ياتي /

① تنطلق بعض الطاقة عند اكتساب الالكترون الاول لكن كثير ما تمتص بعض الطاقة عند اكتساب الالكترون الثاني ؟ **10 - د - اسئلة الفصل**

ج / تمتص طاقة عند اكتساب الالكترون الثاني وذلك للتغلب على قوة التنافر بين الايون السالب والالكترون الثاني المكتسب.

② تميل بعض الذرات الى اكتساب الالكترونات وتحرر طاقة كما في عناصر المجموعة VII في التفاعلات الكيميائية ؟

ج / للوصول الى حالة اكثر استقرارا وادنى مستوى من الطاقة

③ تمتلك العناصر النبيلة أقل الة الكترونية وتمتلك العناصر الموجودة في أقصى يسار الجدول الدوري قيم منخفضة للالفة الكترونية ؟

ج / يعزى ذلك الى عدم قدرتها على تكوين ايونات سالبة (اي صعوبة اضافة الكترونات اليها) مقارنة بالفلور F والكلور Cl والبروم Br (الهالوجينات) التي لها الة الكترونية عالية والتي تشكل ايونات سالبة بسهولة.

د - الكهرسلبية / هي قدرته الذرات في الجزيئات على جذب الالكترونات نحوها من ذرات اخرى مرتبطة معها باصره كيميائية.

- تزداد الكهرسلبية في الدورة الواحد (من اليسار الى اليمين) كلما زاد العدد الذري.
- تقل الكهرسلبية في الزمرة الواحد (من الأعلى الى أسفلها) بزيادة العدد الذري.

علل ما ياتي /

① O أكثر كهرسلبية من C ؟

ج / لان الحجم الذري لـ O أقل من C ويقعان في الدورة الثانية حيث تزداد الكهرسلبية في الدورة الواحد بزيادة العدد الذري.

② N أكثر كهرسلبية من P ؟

ج / لان الحجم الذري لـ N أقل من P ويقعان في الزمرة الخامسة حيث تقل الكهرسلبية في الزمرة الواحد بزيادة العدد الذري

● قيم الكهرسلبية لذرات العناصر تصف القدره النسبية لذرة على تكوين أصره اي تتحول الى حالة سالبة وجذب الكترون مشارك.

● يمتلك عنصر الفلور أعلى كهرسلبية بالنسبة لاي عنصر في الجدول الدوري / علل ذلك / لأنه يقع في نهاية دورته وعلى راس زمرة وصغر حجمه الذري.

● لا يمكن تعيين الكهرسلبية لعناصر الغازات النبيلة لأنها لا تكون اواصر كيميائية كثيرة (مركبات)

● العناصر الموجودة في أقصى يسار الجدول الدوري (زمرة IA , IIA) لها كهرسلبية منخفضة

- العناصر الموجودة على أقصى اليمين ماعدا المجموعة 0 (صفر) (زمره العناصر النبيلة) لها كهسلبية عالية.
- قيم السالبية الكهربائية لعناصر المجموعة VIIA (زمره الهالوجينات)،
 $F = 4, Cl = 3, Br = 2.8, I = 2.5$
- يكون ترتيب تناقص في الكهسلبية منتظما بخلاف الترتيب لثلاثة الالكترونات.

س/ ما فائدة معرفة قيمة الكهسلبية؟

- ① التنبؤ باي الروابط ايونيا وايها تساهميا.
- ② التنبؤ في القطبية حيث كلما بعد عنصران عن بعضهما بالنسبة لقيم الكهسلبية كلما وجب تكون اواصر اكثر قطبية وبذلك تكون الاصره بين H و Cl اكثر قطبية من تلك الموجوده بين Cl و Br

ملاحظات/

- ① الكهسلبية هي خاصية من خواص الذرات في المركبات بينما طاقة التاين والافله الالكترونية هما خاصيتان للذرات بحالتها المفردة.
- ② بشكل عام تكون الفلزات اقل كهسلبية من اللافلزات.
- ③ ان الكهسلبية مرتبطة بحجم الذره فكلما صغر حجم الذره ازدادت كهسليتها
 (اي ان الذره الصغيره تمتلك قوه جذب اكبر لالكتروناتها والكترونات الذرات الاخرى).

هـ - الخواص الفلزية واللافلزية

- خواص الفلزات البريق المعدني والتوصيل الكهربائي والحراري ودرجات الانصهار والغليان المرتفعة مثل الحديد والنحاس والخرصين.
- خواص اللافلزات ليس لها بريق ولعان وغالبا ما تكون هشه ودرجة انصهارها وغليانها منخفضة مثل الكبريت والكربون والفسفور والغازات

- اشباه الفلزات هي عناصر تجمع في صفاتها بين الفلزات واللافلزات مثل اليورون والسليكون
- في الدوره الواحده تقل الخواص الفلزية لتظهر وتزداد الخواص اللافلزية كلما زاد العدد الذري للعناصر
 (من اليسار الى اليمين)

- مثال/ في الدوره الثانيه يظهر الليثيوم (Li) والبريليوم (Be) خواص فلزية بينما اليورون (B) يظهر خواص اشباه الفلزات ثم تاتي بقيه عناصر الدوره الثانيه الكربون والنيتروجين والاكسجين والفلور لتظهر خواص اللافلزات حيث يزداد العدد الذري.

- في الزمره الواحده تزداد الخواص الفلزية وتقل الخواص اللافلزية كلما زاد العدد الذري للعناصر
 (كلما اتجهنا من الاعلى الى الاسفل)

- جميع عناصر الزمرتين الاولى والثانيه (IA, IIA) فلزات بينما عناصر الزمرتين 0 و VIIA (زمره الغازات النبيله وزمره الهالوجينات) لافلزات

- اما بقيه الزمر فخواص عناصرها لا تكون من صنف واحد فمثلا في الزمره الخامسه يظهر (N) خواص لافلزية بينما يظهر الزرنيخ As سلوك اشباه الفلزات وياتي (Bi) البزموت وهو اخر عنصر في الزمره الخامسه بصفات فلزية.

- في الدورات: عناصر الدوره الاولى (H و He) لافلزات

- الدورات الاربعه التي تليها (2 , 3 , 4 , 5) يكون هناك انتقال تدريجي من الخواص الفلزية الى الخواص اللافلزية.
- الدوره السادسه جميع عناصرها فلزات عدا العنصرين الاخيرين (الاستالين Al والرادون Rn) فهما لافلزان.
- جميع عناصر الدوره السابعه فلزات.
- تظهر العناصر الانتقاليه (عناصر d) وعناصر اللانثينيدات ($4f$) والاكثينيدات ($5f$) الخواص الفلزية.



الخواص الدورية للعناصر (مع زيادة العدد الذري)	الدورة الواحدة	الزمرة الواحدة
نصف القطر (الحجم الذري)	يقل	يزداد
الخواص الفلزية	تقل	تزداد
طاقة التآين (عدا بعض الاستثناءات)	تزداد	تقل
الافلزية الالكترونية (سهولة اضافة الكترون)	تزداد	تقل
الكهرسلبية	تزداد	تقل

و - طيف الذهب /

س/ كيف يمكن الحصول على طيف للعنصر وهل يظهر طيف العنصر عندما تمتص طاقة او عندما

يبعث طاقة ؟ 11 - اسئلة الفصل

ج/ يمكن ذلك بوضع العنصر او بخاره في انبوب تفريغ كهربائي تحت ضغط منخفض وتسلط جهد عالي فتتهيج ذراته وتنبعث منه اطياف خطية وكل عنصر طيف خطي مميز له ، ويظهر طيف العنصر عندما يبعث تلك الطاقة الممتصة.

الطيف الذري / وهو طيف خطي (اشعاع كهرومغناطيسي غير متصل) ينبعث من الذرات عندما تتهيج وتبعث طاقة وله علاقة بالتركيب الذري للعنصر حيث لكل عنصر طيف خطي مميز له.

مثال / عند زيادة طاقة الكترون لذرة الهيدروجين المستقرة فانه ينتقل من مستوى الطاقة الاول الى مستوى طاقة اعلى فتصبح الذرة في حالة مثارة او متهيجة وعند هبوط الالكترون من مستوى طاقة اعلى الى مستوى طاقة اقل فانه يفقد (يبعث) طاقة تساوي الفرق بين طاقة المستويين ، وتظهر تلك الطاقة على هيئة اشعاع كهرومغناطيسي (طيف) مصحوب بلون وله طول موجي وتردد محدد.

● لكل عنصر طيف خطي مميز له فعند تسخين فلز الكالسيوم على لهب فانه يلون الالهب بلون احمر طابوقي والسترونتيوم بلون قرمزي والباريوم بلون اخضر مصفر والصدوديوم بلون اصفر واليوتاسيوم بلون بنفسجي والسيريزيوم بلون ازرق والرايبيديوم بلون احمر غامق.

العنصر الانتقالي / هو ذرة عنصر يمتلك توزيعا الكترونيًا تكون فيه اوربيتالات d أو f ممتلئة جزئيا في حالة

الذرة المتعادلة او المتحددة كيميائيا في مركباتها (وتظهر في الدورات 4 و 5 و 6 و 7 في الجدول الدوري)

● يمكن تقسيم العناصر الانتقالية الى مجموعتين وهي مجموعة عناصر d ومجموعة عناصر f

مجموعة عناصر d / وهي عناصر انتقالية تتألف من ثلاث سلاسل مكتملة في كل منها عشرة عناصر وسلسلة رابعة

غير مكتملة (تقع بين الجزء الاول (ns) والجزء الثاني (np) للعناصر الممتلئة) ، وهي :

① **السلسلة الانتقالية الاولى** / وتبدأ من عنصر السكندريوم (Sc_{21}) الى عنصر الخارصين (Zn_{30}) وتقع ضمن

الدورة الافقية الرابعة من الجدول الدوري بين الكالسيوم Ca_{20} في الزمرة (IIA) والكالسيوم Ga_{31} في الزمرة

(IIIA) والترتيب الالكتروني لغلافها الخارجي (4s 3d) (ns(n-1)d)

② **السلسلة الانتقالية الثانية** / وتبدأ من عنصر ايتريوم (Y_{39}) الى عنصر الكاديوم (Cd_{48}) وتقع ضمن الدورة

الخامسة والترتيب الالكتروني لغلافها الخارجي (5s 4d)

③ السلسلة الانتقالية الثالثة / وتبدأ من عنصر اللانثانيوم ($_{57}\text{La}$) الى عنصر الزئبق ($_{80}\text{Hg}$) وتقع ضمن الدورة

السادسة ، وترتيبها الالكتروني للغلاف الخارجي ($6s\ 5d$)

④ السلسلة الانتقالية الرابعة / فهي غير مكتملة وتبدأ بعنصر الاكتينيوم ($_{89}\text{Ac}$) وتنتهي بعنصر دارامستاديوم

($_{110}\text{Ds}$) اي انها مؤلفة من (8) عناصر

مجموعة عناصر f / وهي عناصر انتقالية داخلية تتألف من سلسلتين وفي كل سلسلة 14 عنصرا وهاتان السلسلتان هما :

① السلسلة الاولى / وهي (سلسلة اللانثانيدات) وتبدأ من عنصر السيريوم Ce عدده الذري 58 الى عنصر

لوتيتيوم Lu عدده الذري 71 $[(n-2)f(4f^{1-14})]$

② السلسلة الثانية / وهي (سلسلة الاكتينيدات) وتبدأ من عنصر الثوريوم $_{90}\text{Th}$ الى عنصر لورنسيوم $_{103}\text{Lr}$ $[(n-2)f(5f^{1-14})]$

الترتيب الالكتروني للعناصر الانتقالية

السلسلة الانتقالية الثانية (4d)	السلسلة الانتقالية الاولى (3d)
ايتريوم $_{39}\text{Y} [\text{Kr}] 5s^2 4d^1$	سكانديوم $_{21}\text{Sc} [\text{Ar}] 4s^2 3d^1$
زركونيوم $_{40}\text{Zr} [\text{Kr}] 5s^2 4d^2$	تيتانيوم $_{22}\text{Ti} [\text{Ar}] 4s^2 3d^2$
نيوبيوم $_{41}\text{Nb} [\text{Kr}] 5s^2 4d^3$	فناديوم $_{23}\text{V} [\text{Ar}] 4s^2 3d^3$
موليبدينوم $_{42}\text{Mo} [\text{Kr}] 5s^1 4d^5$	كروم $_{24}\text{Cr} [\text{Ar}] 4s^1 3d^5$
تكنيتيوم $_{43}\text{Tc} [\text{Kr}] 5s^2 4d^5$	منغنيز $_{25}\text{Mn} [\text{Ar}] 4s^2 3d^5$
روثينيوم $_{44}\text{Ru} [\text{Kr}] 5s^1 4d^7$	حديد $_{26}\text{Fe} [\text{Ar}] 4s^2 3d^6$
روديوم $_{45}\text{Rh} [\text{Kr}] 5s^1 4d^8$	كوبلت $_{27}\text{Co} [\text{Ar}] 4s^2 3d^7$
بلاديوم $_{46}\text{Pd} [\text{Kr}] 4d^{10}$	نيكل $_{28}\text{Ni} [\text{Ar}] 4s^2 3d^8$
فضة $_{47}\text{Ag} [\text{Kr}] 4d^{10} 5s^1$	نحاس $_{29}\text{Cu} [\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$
كادميوم $_{48}\text{Cd} [\text{Kr}] 4d^{10} 5s^2$	زنك $_{30}\text{Zn} [\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2$

الترتيب الالكتروني للاكتينيوم في السلسلة الانتقالية الرابعة	السلسلة الانتقالية الثالثة (5d)
$_{89}\text{Ac} [\text{Rn}] 6d^1 7s^2$	لانثانيوم $_{57}\text{La} [\text{Xe}] 5d^1 6s^2$
	هافنيوم $_{72}\text{Hf} [\text{Xe}] 4f^{14} 5d^2 6s^2$
	تنتالوم $_{73}\text{Ta} [\text{Xe}] 4f^{14} 5d^3 6s^2$
	تنكستن $_{74}\text{W} [\text{Xe}] 4f^{14} 5d^4 6s^2$
	رينيوم $_{75}\text{Re} [\text{Xe}] 4f^{14} 5d^5 6s^2$
	اوسميوم $_{76}\text{Os} [\text{Xe}] 4f^{14} 5d^6 6s^2$
	ايريديوم $_{77}\text{Ir} [\text{Xe}] 4f^{14} 5d^7 6s^2$
	بلاتين $_{78}\text{Pt} [\text{Xe}] 4f^{14} 5d^8 6s^2$
	ذهب $_{79}\text{Au} [\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^1$
	زئبق $_{80}\text{Hg} [\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2$

السلسلة الانتقالية الداخلية الثانية (الاكتنيدات)	السلسلة الانتقالية الداخلية الاولى (اللانثينيدات)
ثوريوم ${}_{90}\text{Th} [{}_{86}\text{Rn}] 6d^2 7s^2$	سيريوم ${}_{58}\text{Ce} [{}_{54}\text{Xe}] 4f^1 5d^1 6s^2$
بروتاكتينيوم ${}_{91}\text{Pa} [{}_{86}\text{Rn}] 5f^2 6d^1 7s^2$	براسيوديوم ${}_{59}\text{Pr} [{}_{54}\text{Xe}] 4f^3 6s^2$
يورانيوم ${}_{92}\text{U} [{}_{86}\text{Rn}] 5f^3 6d^1 7s^2$	نيوديميوم ${}_{60}\text{Nd} [{}_{54}\text{Xe}] 4f^4 6s^2$
نبتونيوم ${}_{93}\text{Np} [{}_{86}\text{Rn}] 5f^4 6d^1 7s^2$	پروميثيوم ${}_{61}\text{Pm} [{}_{54}\text{Xe}] 4f^5 6s^2$
بلوتونيوم ${}_{94}\text{Pu} [{}_{86}\text{Rn}] 5f^6 7s^2$	سماريوم ${}_{62}\text{Sm} [{}_{54}\text{Xe}] 4f^6 6s^2$
امريسيوم ${}_{95}\text{Am} [{}_{86}\text{Rn}] 5f^7 7s^2$	يوروبيوم ${}_{63}\text{Eu} [{}_{54}\text{Xe}] 4f^7 6s^2$
كيوريوم ${}_{96}\text{Cm} [{}_{86}\text{Rn}] 5f^7 6d^1 7s^2$	كادولميوم ${}_{64}\text{Gd} [{}_{54}\text{Xe}] 4f^7 5d^1 6s^2$
بركليوم ${}_{97}\text{Bk} [{}_{86}\text{Rn}] 5f^9 7s^2$	تربيوم ${}_{65}\text{Tb} [{}_{54}\text{Xe}] 4f^9 6s^2$
كاليفورنيوم ${}_{98}\text{Cf} [{}_{86}\text{Rn}] 5f^{10} 7s^2$	ديسبرسيوم ${}_{66}\text{Dy} [{}_{54}\text{Xe}] 4f^{10} 6s^2$
اينشتاينيوم ${}_{99}\text{Es} [{}_{86}\text{Rn}] 5f^{11} 7s^2$	هوليوم ${}_{67}\text{Ho} [{}_{54}\text{Xe}] 4f^{11} 6s^2$
فرميوم ${}_{100}\text{Fm} [{}_{86}\text{Rn}] 5f^{12} 7s^2$	ارنيوم ${}_{68}\text{Er} [{}_{54}\text{Xe}] 4f^{12} 6s^2$
مندليفيم ${}_{101}\text{Md} [{}_{86}\text{Rn}] 5f^{13} 7s^2$	ثوليم ${}_{69}\text{Tm} [{}_{54}\text{Xe}] 4f^{13} 6s^2$
نوبليوم ${}_{102}\text{No} [{}_{86}\text{Rn}] 5f^{14} 7s^2$	اتربيوم ${}_{70}\text{Yb} [{}_{54}\text{Xe}] 4f^{14} 6s^2$
لورنسيوم ${}_{103}\text{Lr} [{}_{86}\text{Rn}] 5f^{14} 6d^1 7s^2$	لوتيتيوم ${}_{71}\text{Lu} [{}_{54}\text{Xe}] 4f^{14} 5d^1 6s^2$

- ان تحديد تعريف العنصر الانتقالي بالتوزيع الالكتروني للذرة المتعادلة (اي الامتلاء الجزئي لاوربيتالات **d** و **f**) :
- يستثنى النحاس **Cu** والفضة **Ag** والذهب **Au** التي تكون ترتيباتها الالكترونية في حالة الاستقرار $ns^2(n-1)d^{10}$ **Hg** والزنابق **Cd** والكاديوم **Zn** وكذلك الخارصين **ns^1(n-1)d^{10}**
 - تستثنى عناصر ايتريوم **Y** واللانثانوم **La** والاكتينيوم **Ac** اذا كان وجود الالكترونات في الذرات المتحددة كيميائيا هي الخاصية الوحيدة

الخواص الفيزيائية

عناصر مجموعة d الانتقالية :

- جميعها فلزات صلبة عدا الزئبق فهو سائل.
- لها كثافة عالية وحجم ذري واطيء ودرجات انصهار وغليان عالية.
- تنصهر وتغلي العناصر الاخيرة من الزمرة في درجات حرارة اوطأ من العناصر الاخرى من الزمرة.

الخواص الكيميائية لعناصر مجموعة d

- غير فعالة نسبيا مع الاوكسجين والهالوجينات والكبريت والنتروجين والهيدروجين وبخار الماء في الظروف الاعتيادية ويتم التفاعل مع هذه الكواشف في درجات حرارية عالية بشكل اكثر سهولة.
- تتفاعل مع الهيدروجين تحت ظروف معينة لتكوين الهيدريدات البينية.
- تتفاعل تفاعلا مباشرا عند تسخين مخلوط الكربون والعنصر عند درجات تضوق حوالي 2200°C منتجة الكاربيدات .

عناصر مجموعة f (اللانثينيدات)

- تمتلك خواصا فلزية حيث تظهر بريقا فلزيا.
- موصلة جيدة للكهربائية والحرارة
- درجات انصهارها وغليانها عالية.

س/ ما هي الهيدريدات البينية ، كيف تحضر ، معرزا أجابتك بالأمثلة ؟

ج/ الهيدريدات البينية، وهي مواد تتكون من العنصر الانتقالي (فلز) والهيدروجين ، ويتضمن هذا الاسم في الاصل ان ترتيب ذرات الفلز هو تقريبا نفس الترتيب من بلورة الفلز بينما تدخل ذرات الهيدروجين المسافات البينية وبالرغم من ان هذا ليس هو الواقع فان المصطلح لا يزال متداولاً، وتشغل هذه الهيدريدات حجماً يفوق حجم الفلز الذي تكونت منه ولها مظهر فلزي.

وتحضر: بالاتحاد المباشر بين الفلز والهيدروجين عند درجات حرارة مرتفعة.

أمثلة/ ① البلاتين والبلاديوم والحديد فلزات نفاذة للهيدروجين عند درجات الحرارة المرتفعة.

② يمتص التنتالوم الهيدروجين مكوناً ناتج سهل الكسر.

س/ ما هي الكاربيدات البينية ، وكيف تنتج ، وما صيغها العامة ، وما هي مميزاتها ؟

ج/ الكاربيدات البينية ، وهي مركبات تتكون من الكربون وعنصر انتقالي من مجموعة d حيث تنتج من التفاعل المباشر عند تسخين مخلوط الكربون والعنصر عند درجات تفوق 2200°C

صيغها العامة : تكون على مجموعتين مجموعة ذات صيغة عامة Mc ومجموعة M_2C مثل كاربيد التيتانيوم

TiC و كاربيد الزركونيوم ZrC و كاربيدات الهافنيوم والفناديوم و كاربيد الحديد Fe_2C

① مميزاتها : ① لها درجات انصهار عالية وصلادة جدا

② تتميز بخمول كيميائي فمثلاً كاربيد التيتانيوم لا يتأثر بالماء او المحاليل المائية لحامض

الهيدروكلوريك حتى عند درجة 600°C

● الخواص الكيميائية لعناصر مجموعة f:

① فلزات اللانثينيدات لينة واكثر فاعلية مع الكواشف المعروفة (مثل الهالوجينات والاكسجين وغيرها) من عناصر

المجموعة d

② تتفاعل اللانثينيدات ببطيء مع الهالوجينات مكوناً مركبات Mx_3 ومع الاوكسجين مكوناً M_2O_3 في درجة حرارة

الغرفة وتشغل بسهولة مع هذه الكواشف في درجة حرارة اعلى من 200°C

③ تتفاعل اللانثينيدات مع الكبريت في درجة غليانه مكونة المركب M_2S_3 ومع النتروجين في درجة حرارة اعلى من

1000°C مكونة المركب MN

④ تتفاعل اللانثينيدات سريعاً مع الهيدروجين في درجة حرارة اعلى من 300°C

⑤ يعطي تفاعل اللانثينيدات مع البورون والكربون في درجات حرارة عالية البوريدات والكاربيدات على التوالي

السلسلة الانتقالية الاولى ($3d^{1-10}$)

21 Sc 22 Ti 23 V 24 Cr 25 Mn 26 Fe 27 Co 28 Ni 29 Cu 30 Zn

علل/ يعد كلا من النحاس والخارصين ضمن السلسلة الاولى من العناصر الانتقالية بالرغم من ان مستوى طاقة 3d للعنصرين مملوء بالالكترونات ؟

ج/ لان النحاس يظهر صفات متعددة مميزة للعناصر الانتقالية والزنك (الخارصين) يظهر صفات وسطية بين العناصر الانتقالية وعناصر الزمرة الرئيسية .

مميزات عناصر السلسلة الانتقالية الاولى

• الصفات الفلزية :

① جميعها فلزات وذات درجات انصهار وغليان عالية وكثافة وصلابة (اعلى من الزمر الرئيسية) وموصلات جيدة للحرارة والكهربائية وهي مواد صلدته وقوية وتكون السبائك مع بعضها.

② ليس لها زيادة منتظمة في درجة الغليان والكثافة والصلابة كلما زادت الاعداد الذرية

تقسم على مجموعتين الاولى من Sc الى Mn والثانية من Mn الى Zn مع وجود ذرات عند Ti و V وعند Co و Ni

علل / تقسيم السلسلة الانتقالية الاولى الى مجموعتين ؟

ج / بسبب امتلاء اوربيتالات d فمستوى طاقة 3d للمغنيز ^{25}Mn هو نصف ممتلئ $1 \uparrow 1 \uparrow 1 \uparrow 1 \uparrow$ وبعدها

تصبح اوربيتالات d المشغولة بالالكترونات المنفردة ممتلئة بالالكترونات زوجية الى ان يصبح الامتلاء كاملا عند

النحاس والرخاسين $1 \uparrow 1 \uparrow 1 \uparrow 1 \uparrow 1 \uparrow$

• في عنصري الكروم $3d^5$ والنحاس $3d^{10}$ يحصل ازالة (انتقال) الكترون من مستوى 4s الى 3d لغرض الحصول على الترتيب الالكتروني الأكثر استقرارا

• ان عناصر السلسلة الانتقالية الاولى مهيأة لتحرير اكبر عدد من الكترونات التكافؤ الخارجي من اجل الارتباط الفلزي مما يعطي اعلى طاقات ارتباط ويتم بلوغها في منتصف السلسلة

حالات الاكسدة /

علل / تعدد حالات التاكسد للذرة الواحدة في العناصر الانتقالية ؟

ج / السبب يعود الى عدد الالكترونات في الغلاف الخارجي ns و $(n-1)d$ لذرة ذلك العنصر حيث تبدأ بفقدان

الالكترونات من ns أولا ثم من $(n-1)d$ واحدا بعد الاخر حتى الالكترون الاخير الموجود فيه على ان لا يزيد عدد الالكترونات في d عن خمسة الكترونات d^5

• تفضل العناصر الانتقالية (ذات التاكسد العالي) تكوين اواصر تعاضدية (تناسقية) بسبب صعوبة فقدان جميع الالكترونات في $(n-1)d$ لحاجتها الى جهد تايين عالي

• تعتبر ايونات العناصر الانتقالية عوامل مؤكسدة قوية لقابليتها على سحب الالكترونات من الذرات المجاورة لها حيث تعتمد قوته العامل المؤكسد على مدى قدرته لسحب الالكترونات.

• اعلى حالة تاكسد تبلغها ذرات العناصر الانتقالية في السلسلة الاولى يعتمد على (يحددها) :

① قوة العامل المؤكسد ② طبيعة المركب الناتج

• حالات التاكسد للمغنيز : $^{25}\text{Mn} [_{18}\text{Ar}] 4s^2 3d^5$

$^{25}\text{Mn}^{+2} [_{18}\text{Ar}] 4s^0 3d^5$

$^{25}\text{Mn}^{+3} [_{18}\text{Ar}] 4s^0 3d^4$

$^{25}\text{Mn}^{+4} [_{18}\text{Ar}] 4s^0 3d^3$

$^{25}\text{Mn}^{+5} [_{18}\text{Ar}] 4s^0 3d^2$

$^{25}\text{Mn}^{+6} [_{18}\text{Ar}] 4s^0 3d^1$

$^{25}\text{Mn}^{+7} [_{18}\text{Ar}] 4s^0 3d^0$

— نلاحظ ان المغنيز عندما يفقد سبعة الكترونات من غلافه الخارجي الرئيسي يصبح ترتيبه الالكتروني مشابه للاركون Ar (العنصر التبيل)

كما في برمنغنات البوتاسيوم $\rightarrow (\text{KMnO}_4)$

حالات التأكسد التي تبلغها سلسلة العناصر الانتقالية الأولى /

رمز العنصر	الترتيب الإلكتروني للأوربيتالين الخارجيين 3d و 4s	حالات التأكسد المتعددة	أعلى حالة تأكسد	حالة التأكسد الأكثر استقراراً
Sc	$4s^2 3d^1$	+3	+3	+3
Ti	$4s^2 3d^2$	+3 , +4	+4	+4
V	$4s^2 3d^3$	+2 , +3 , +4 , +5	+5	+4
Cr	$4s^1 3d^5$	+2 , +3 , +6	+6	+3
Mn	$4s^2 3d^5$	+2 , +3 , +4 , +5 , +6 , +7	+7	+2
Fe	$4s^2 3d^6$	+2 , +3	+6	+3
Co	$4s^2 3d^7$	+2 , +3	+4	+2
Ni	$4s^2 3d^8$	+2 , +3	+4	+2
Cu	$4s^1 3d^{10}$	+1 , +2	+3	+2
Zn	$4s^2 3d^{10}$	+2	+2	+2

● نلاحظ /

- ① وجود حالات التأكسد (+2) المألوفة عند فقدان الكتروني $4s^2$
- ② الزيادة في عدد حالات التأكسد من السكندنيوم Sc إلى Mn وفي العنصر الأخير Mn تتفق حالة التأكسد مع فقدان الكترونات $3d^5$ و $4s^2$
- ③ النقصان الحاد في عدد حالات التأكسد بعد المغنيز بسبب صعوبة إزالة الالكترونات بعد ازدواجها.

الخواص الحامضية والقاعدية / تعتمد الخواص القاعدية والحامضية للعناصر الانتقالية حسب مفهوم لويس على حالة التأكسد. إذ كلما ازداد عدد تأكسد العنصر قلت الصفات القاعدية وازدادت الصفات الحامضية كما في عنصر المغنيز في أكاسيده

اسم الأوكسيد	صيغته	الصفة	عدد التأكسد
أوكسيد المغنيز	MnO	قاعدي	+2
ثلاثي أوكسيد ثنائي المغنيز	Mn ₂ O ₃	قاعدي ضعيف	+3
ثنائي أوكسيد المغنيز	MnO ₂	امفوتييري	+4
ثلاثي أوكسيد المغنيز	MnO ₃	حامضي	+6
سباعي أوكسيد ثنائي المغنيز	Mn ₂ O ₇	حامضي أقوى	+7

عزيزي الطالب

إن هذه الملزمة التي بين يديك هي نفس الملزمة التي يعتمد عليها مدرس المادة في تدريسه الخصوصي حيث هي خلاصة جهد الأستاذ وهي خاضعة للتنقيح والتجديد المستمر من قبل مدرس المادة فاطلب النسخة الأصلية من

مكتب الشمس حصراً

تكوين المعقدات التناسقية/

المعقد التناسقي / عبارة عن ذرة مركزية (غالباً ما تكون لعنصر انتقالي) تحيط بها مجموعة من الذرات او الجزيئات او الايونات تحتوي على زوج او اكثر من الالكترونات غير المتاصرة تسمى الليكندات.

الليكنندات (المجاميع التناسقية) / وهي جزيئات او ايونات تحتوي على زوج او اكثر من الالكترونات غير المتاصرة. وتكون اما ايونات سالبة احادية الذرة مثل ايونات الهاليدات (F^- , Cl^-) او جزيئات متعددة الذرات او ايونات تحتوي على ذرة واهبة للالكترونات تنتمي الى ذرة مجموعة الاوكسجين او النتروجين مثل ($H_2\ddot{O}$ او NH_3 : او CO العديمة الشحنة) او CN^- او NO_2 وغيرها . وتنتظم الليكنندات حول العنصر الانتقالي بواسطة اواصر تناسقية . مفردتها ليكند

الذرة المركزية في المعقد التناسقي / وهي غالباً ذرة عنصر انتقالي تنتظم حوله الليكنندات عن طريق الاواصر التناسقية وتحتوي على اوربيتالات فارغة تستقبل مزدوج الكتروني (حامض لويس) من الليكنندات.

العدد التناسقي / وهي عدد الذرات او الايونات او الجزيئات الواهبة للالكترونات المتصلة بالذرة المركزية في المركب التناسقي. ويتغير العدد التناسقي من عنصر الى اخر ، وغالباً ما يمثل عدد الليكنندات التي تمنح مزدوج الكتروني واحد.

أمثلة وملاحظات /

① شحنة الايون المعقد = مجموع شحنات العدد التناسقي + شحنة الذرة المركزية

مثال / الايون التناسقي $[Fe^y(CN)_6]^{-4}$

العدد التناسقي = 6 ، شحنة الايون المعقد = - 4

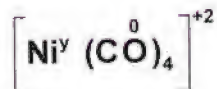
شحنة الليكاند $CN = -1$ ، شحنة الذرة المركزية = y

∴ شحنة الذرة المركزية $Fe =$ شحنة الايون المعقد - مجموع شحنات العدد التناسقي

$$+2 = (6 \times -1) - (-4) = y$$

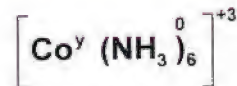
② في المركبات المعقدة (التناسقية) للعناصر الانتقالية يكون العدد التناسقي عادةً يساوي 4 أو 6 في حالتي التاكسد +2 و +3 . واشكالها الشائعة هي اشكال ثمانية السطوح للعدد التناسقي 6 ورباعية السطوح للاعداد التناسقية 4

مثال /



رباعي السطوح

$$y + (0 \times 4) = +2 \Rightarrow y = +2$$



ثماني السطوح

$$y + (0 \times 6) = +3 \Rightarrow y = +3$$

③ هناك اشكال اخرى مثل الشكل الخطي عندما يكون عدده التناسقي 2 وثنائي الهرم المثلثي عندما يكون عدده التناسقي 5 وغيرها من الاشكال

اللون / تتميز جميع المعقدات للعناصر الانتقالية بالوانها المتميزة الزاهية.

① امثلة / كبريتات النحاس المائية $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ لها لون ازرق فاتح.

② $Ni(OH)_2$ ذو لون اخضر فاتح

③ رابع امونيا النحاس II $[Cu(NH_3)_4]^{+2}$ ذات لون ازرق غامق

الصفات المغناطيسية /

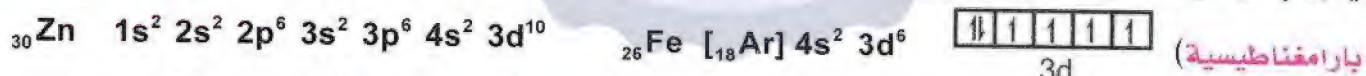
- تمتلك الالكترونات شحنة وينشأ عن حركتها تايثيران مغناطيسيان احدهما يصاحب العدد الكمي L والاخر يصاحب العدد الكمي S وهذان التايثيران معا يمنحان كل الكترون صفات قطب مغناطيسي صغير ذي عزم مغناطيسي.
- في الاغلفة الممتلئة بالالكترونات (جميع الكترونها مزدوجة في الاوربيتالات الخارجية) فان العزم المغناطيسي لاحد الالكترونات يعادل العزم المغناطيسي للالكترون الاخر وبالتالي لا تمتلك الذرة (المادة) محصلة عزم مغناطيسي.
- تمتلك الذرة محصلة عزم مغناطيسي فقط في حالة وجود الكترونات منفردة في الاوربيتالات الخارجية (في مدار التكافؤ)

المواد البارامغناطيسية / وهي المواد التي تنجذب نحو المجال المغناطيسي الخارجي (المغناطيس) بسبب وجود الكترونات منفردة في اوربيتالاته الخارجية (مدار التكافؤ) وبهذا سيجعل المجال المغناطيسي الخارجي المسلط الى توجيه العزوم المغناطيسية للذرة باتجاه ذلك المجال.

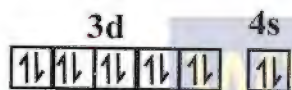
المواد الدايمغناطيسية / وهي المواد التي لا تنجذب نحو المجال المغناطيسي الخارجي بسبب عدم احتوائها على الكترونات منفردة في اوربيتالاته الخارجية (اي تحتوي الكترونات مزدوجة) حيث تتولد بالحث مجالات مغناطيسية للمادة تعاكس المجال المغناطيسي المولد لها وبالتالي تتنافر المادة مع المجال المغناطيسي الخارجي.

علل / يجذب عنصر الحديد ($_{26}Fe$) نحو المجال المغناطيسي (مغناطيس) بينما لا يجذب عنصر الزنك ($_{30}Zn$)

ج / يجذب الحديد نحو المغناطيس لوجود الكترونات منفردة في غلافها الثانوي الخارجي $3d$ (اي الحديد مادة



بينما الخارصين لا يجذب لان جميع الكترونات الخارصين في غلافه الثانوي الخارجي تكون بشكل ازواج (أي الخارصين مادة دايمغناطيسية)



الفيرومغناطيسية / وهي حالة خاصة من البارامغناطيسية (نادرة جدا) وتحصل في المركبات التي تحتوي على جزء كبير من الذرات او الايونات المحتوية على الكترونات منفردة، حيث تتفاعل الالكترونات المنفردة لكل ذرة وتنظم أنفسها مع الالكترونات المنفردة للذرات المجاورة وتعاد هذه العملية خلال كل الذرات في المركب ، ويؤدي هذا التاثير الى تشييد مغناط دائمية.

امثلة / السلوك الفيرومغناطيسي بين الفلزات والسبائك واوكسيدات العناصر الانتقالية وبتاثير اقل في اوكسيدات العناصر الانتقالية الداخلية.

ملاحظات /

- عدد الاوربيتالات الفارغة للذرة المركزية التي تمتليء بالالكترونات من قبل الليكندات = عدد الليكندات التي تمنح مزدوج الكتروني المرتبطة بالذرة المركزية.
- اذا كانت اشارهُ المعقد ① سالبة فالليكندات ايونات سالبة مثل $[Fe(CN)_6]^{-4}$
- ② موجبة فالليكندات جزيئات مستقطبة (عديمة الشحنة) مثل $[Co(NH_3)_6]^{+3}$

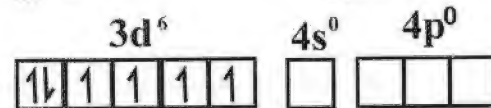
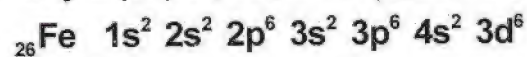
- الليكندات (المجاميع التناسقية) H_2O ، NH_3 ، الكربونيل CO ، هي جزيئات مستقطبة متعادلة الشحنة اي عديمة الشحنة (صفر)
- الليكندات Cl^- ، F^- ، CN^- ، OH^- هي ايونات تحمل شحنة سالبة. والليكندات (الجزيئات المستقطبة والايونات) المذكورة اعلاه تقدم مزدوج الكتروني واحد للأوربيتالات الفارغة للذرة المركزية.
- تعتبر الليكندات NH_3 و CO و CN^- بان لها مجال ليكندي عالي (اي ضاغطة قوية) وتعمل على ازدواج الالكترونات المنفردة في اوربيتال d
- تعتبر Cl^- و F^- و Br^- و H_2O ليكندات غير ضاغطة (ضاغطة ضعيفة)
- اذا كان اوربيتال d للذرة المركزية يحتوي الى حد 3 إلكترونات منفردة (d^1 أو d^2 أو d^3) فان ضغط الليكند (ضاغطة قوي) لا يؤثر ولكن بعد احتواء d على 4 الكترونات d^4 يؤثر اي يعمل على ازدواج الالكترونات. وهكذا ...
- عندما يكون عدد التناسق = 6 الشكل الشائع للمعقد ثماني السطوح ونوع التهجين d^2sp^3 أو sp^3d^2
- عندما يكون عدد تناسق = 4
- ① الشكل الشائع للمعقد رباعي السطوح مثلث القاعدة والتهجين sp^3 (عندما لا يحدث ازدواج للالكترونات في الاوربيتالات).
- ② مربع مستوي والتهجين dsp^2 (عندما يحدث ازدواج (ضغط) للالكترونات في الاوربيتالات)
- ان ازدواج (ضغط) الكترونات سلسلة $3d$ يكون حسب الليكند (ضاغطة ام غير ضاغطة) بينما $4d$ و $5d$ جميع عناصرها ضاغطة للالكترونات وليس لليكند تاثير عليها
- لايجاد الشكل الهندسي لمعقد تناسقي ونوع تهجين وصفته المغناطيسية تتبع الخطوات الاتية:
- ① معرفة عدد تاكسد الفلز في المعقد ② كتابة البناء الالكتروني للفلز
- ③ كتابة البناء الالكتروني للايون الفلزي لمعرفة الاوربيتالات الفارغة التي يرتبط الليكند من خلالها بالفلز المركزي ومن خلال ذلك يمكن معرفة نوع التهجين والصفة المغناطيسية والشكل الهندسي.

س/ ما هو الشكل الهندسي ونوع التهجين والصفة المغناطيسية للمعقدات التالية .

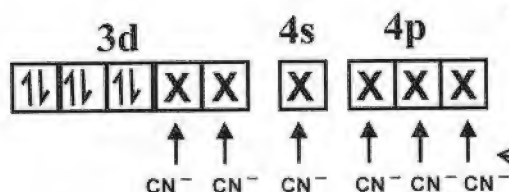
علما ان العدد الذري $Ag = 47$, $CO = 27$, $Ni = 28$, $Cu = 29$, $Fe = 26$

① $[Fe^y(CN^-)_6]^{4-}$ (سادس سيانو حديدات II)

$$y + (-1 \times 6) = -4 \Rightarrow y = (+6) + (-4) = +2$$



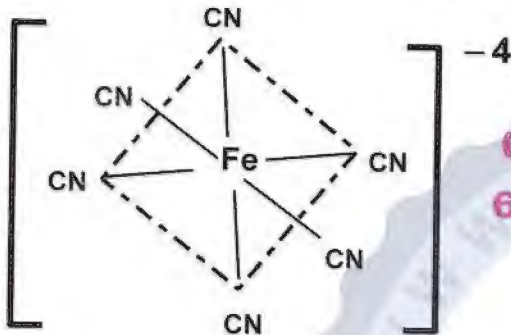
CN^- مجموعة ضاغطة قوية تعمل على ازدواج الالكترونات



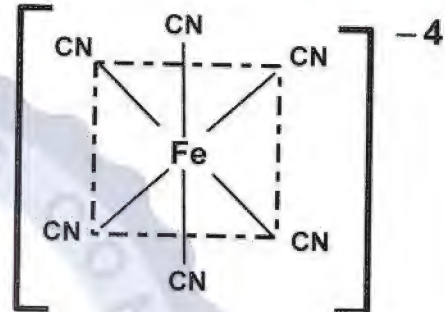
المفردة في اوربيتالات الغلاف الخارجي 3d
ايون الحديد الثنائي Fe^{+2}

تهيئة اوربيتالين فارغين في 3d

وتدخل الأزواج الإلكترونية الممنوحة (X) من قبل (CN⁻) الى الأوربيتالات الفارغة في 3d وأوربيتال من الغلاف 4s والى ثلاث أوربيتالات من الغلاف 4p وعليه فإن: **نوع التهجين d²sp³** ، **الشكل الهندسي ثنائي السطوح** ، **الصفة المغناطيسية** دايا مغناطيسية لعدم وجود إلكترون منفرد في أوربيتالاته.

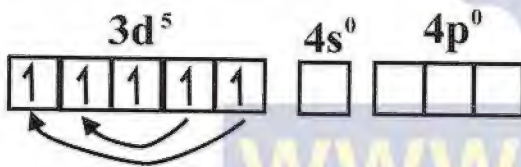
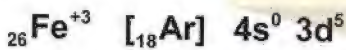


عدد المجاميع التناسقية 6
عدد الاواصر التناسقية 6

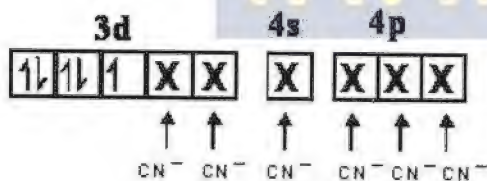


- ملاحظة /** • تؤخذ الصفة المغناطيسية عند تكوين المعقد.
• أن الإلكترونات الممنوحة من قبل المجاميع التناسقية وضعت بشكل (X) تمييزاً لها عن الإلكترونات غير الممنوحة من المجاميع التناسقية (1).

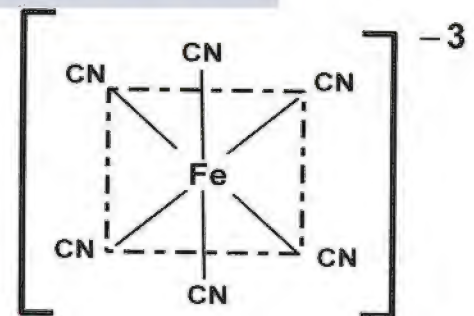
$$y + (-1 \times 6) = -3 \Rightarrow y = (+6) + (-3) = \boxed{+3} \quad \text{②} \quad [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \quad (\text{سداسي سيانوحديدات (III)})$$



مجموعة ضاغطة CN⁻



نوع التهجين **d²sp³** ، **الشكل الهندسي ثنائي السطوح** ، **الصفة المغناطيسية** من نوع بارامغناطيسية عند تكوين المعقد

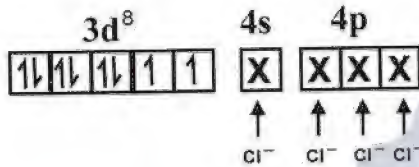
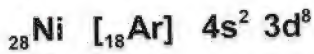
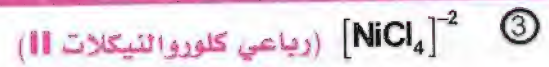


ملاحظة / عدد الليكندات 6 كل ليكند قدم مزدوج الكتروني فيصبح 12e⁻

مكتب الشمس

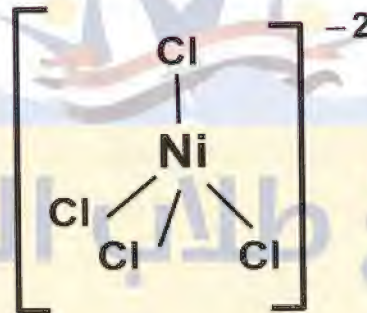
اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصراً

$$y + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow y = +2$$



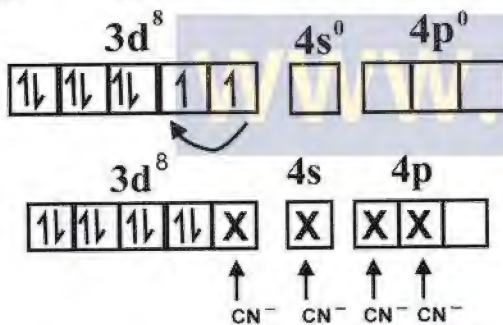
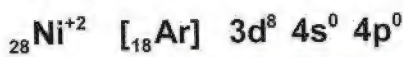
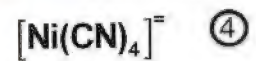
∴ **Cl⁻** مجموعة ضاغطة ضعيفة فلا يحدث ضغط للإلكترونات

نوع التهجين **SP³** ، الشكل الهندسي هرم رباعي السطوح ثلاثي القاعدة ، الصفة المغناطيسية بارامغناطيسية
تلايون بسبب وجود الكترونين منفردين في اوربيتالات الغلاف الخارجي **3d** لتلايون **Ni⁺²**



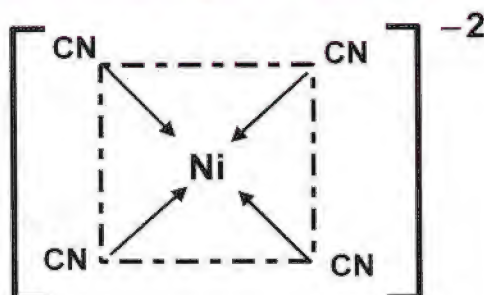
عدد الاواصر التناسقية (4)

$$y + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow y = +2 \quad \text{(عدد تأكسد النيكل)}$$

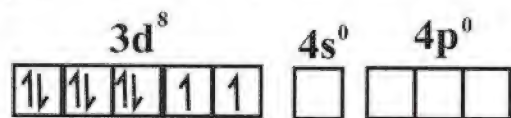
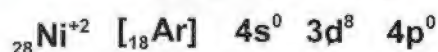
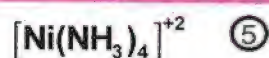
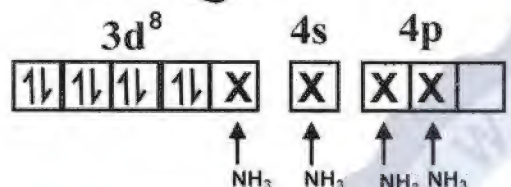


∴ **CN⁻** مجموعة ضاغطة قوية

نوع التهجين **dSP²** ، الشكل الهندسي مربع مستوي ،
الصفة المغناطيسية من نوع دايا مغناطيسية



$$y + (0 \times 4) = +2 \Rightarrow y = +2$$

مجموعة ضاغطة NH₃نوع التهجين **dsp²** ، الشكل الهندسي مربع مستوي ،

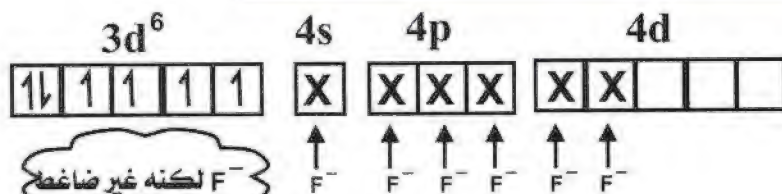
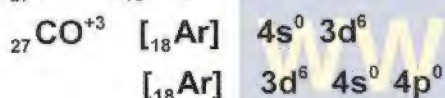
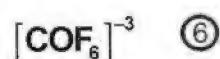
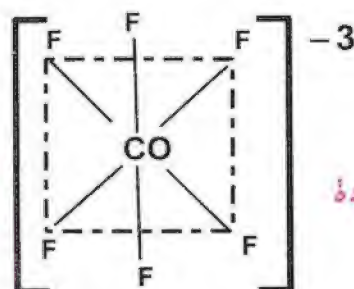
الصفة المغناطيسية (ديامغناطيسية)



عدد الجاميع التناسقية = 4

عدد الاواصر التناسقية = 4

$$y + (-1 \times 6) = -3 \Rightarrow y = +3 \quad (\text{عدد تأكسد الكوبلت})$$

F⁻ لكنه غير ضاغطةنوع التهجين **sp³d²** ، الشكل الهندسي ثماني السطوح ،

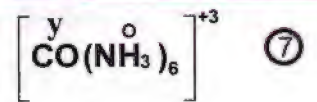
الصفة المغناطيسية (بارامغناطيسية) لوجود إلكترونات مفردة

عدد الجاميع التناسقية = 6

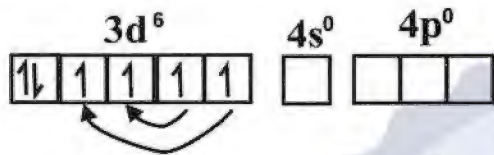
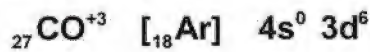
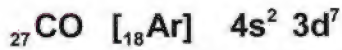
عدد الاواصر التناسقية = 6

اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصرا

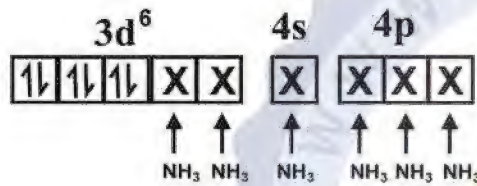




$y + (0 \times 6) = +3 \Rightarrow y = +3$ (عدد تأكسد الكوبلت)

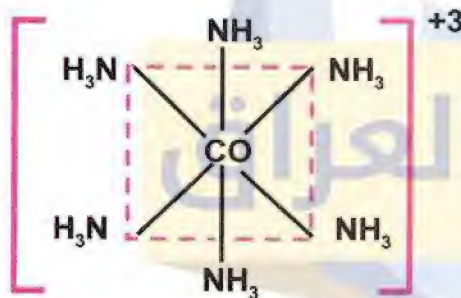


ان مجموعة ضاغطة NH_3

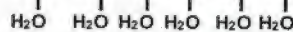
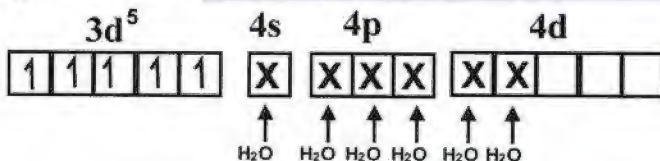
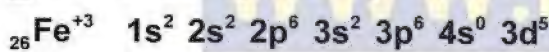
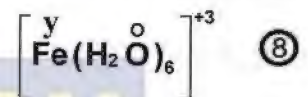


نوع التهجين d^2sp^3 . الشكل الهندسي ثماني السطوح .

الصفة المغناطيسية (دايامغناطيسية)

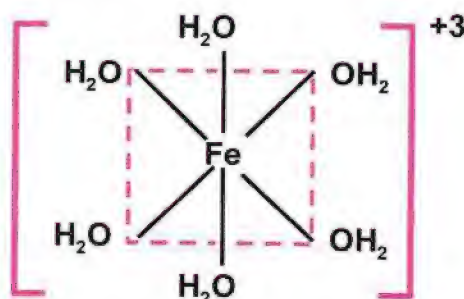


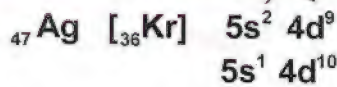
$y + (0 \times 6) = +3 \Rightarrow y = +3$



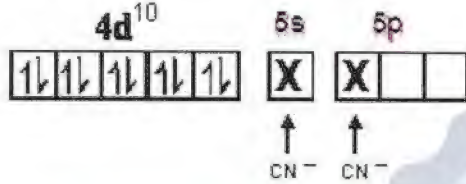
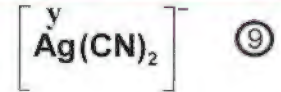
نوع التهجين $SP^3 d^2$ ، الشكل الهندسي ثماني السطوح ،

الصفة المغناطيسية (بارامغناطيسية)

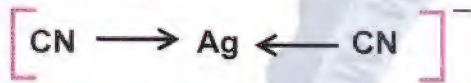




$$y + (-1 \times 2) = -1 \rightarrow y = +1$$



نوع التهجين **SP** ، الشكل الهندسي خطي



الصفة المغناطيسية (دايامغناطيسية)



ميزان كوي / جهاز حساس يحتوي على ميزان حساس جدا يستعمل لمعرفة المادة اذا كانت ذات صفات ديا او بارا مغناطيسية حيث تعلق في احدى كفتيه المادة المراد معرفة خواصها المغناطيسية وتوضع الاوزان المكافئة لوزن المادة في الكفة الثانية ثم توضع المادة في مجال مغناطيسي قوي:

- فاذا كانت المادة ذات صفات بارامغناطيسية فانها سوف تنجذب نحو المجال المغناطيسي وتزداد قراءة الميزان .
- اما اذا كانت دايامغناطيسية فانها سوف تتنافر مع المجال وتقل قراءة الميزان.

الفعالية كعوامل مساعدة

- لجميع العناصر الانتقالية تقريبا قدره في السلوك كعوامل مساعده اما في حالتها الحرة او بهيئة مركبات
- ياتي احتمال قدره العناصر الانتقالية في سلوكها كعوامل مساعده اما من استعمال اوربيتالات d او من تكوين مركبات تستطيع ان تمتص وتنشط المواد المتفاعلة .

علل / قدرة مركبات العناصر الانتقالية في سلوكها كعوامل مساعدة ؟

ج / تقابليتها على تهية مسالك ذات طاقة منخفضة للتفاعلات وذلك اما باحداث تبدل في حالة التاكسد او بواسطة تكوين مركبات وسطية مناسبة.

اللانثيدات / وهي عناصر السلسلة الانتقالية الداخلية الاولى (4f) وتتكون من 14 عنصر وتبدأ من السيريوم ${}_{58}\text{Ce}$ وتنتهي بعنصر اللوتيتيوم ${}_{71}\text{Lu}$ ، وسميت عناصرها بالاتربة النادرة لانها توجد في مخاليط غير مالوفة كما كان يعتقد بانها عناصر اترية او اكاسيد . وسميت باللانثيدات لانها تبدأ بعد عنصر اللانثانيوم في الدورة السادسة.



- عنصر اللانثانيوم ^{57}La أول عنصر في السلسلة الانتقالية الثالثة ($[\text{Xe}] 5d^1 6s^2$) ثم يأتي بعده سلسلة عناصر اللانثانيدات ($4f^{1-14}$) وتبدأ بـ ^{58}Ce ($[\text{Xe}] 4f^1 5d^1 6s^2$) وتنتهي بـ ^{71}Lu ($[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^1 6s^2$) ثم يعود مستوى $5d$ الى الامتلاء في العنصر هافنيوم ^{72}Hf ($[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^2 6s^2$)

علل / تتشابه عناصر اللانثانيدات بعضها البعض الآخر والفصل بينها يشكل مشكلة رئيسية ؟

ج / لان جميع مركباتها متشابه جدا حيث تظهر حالة التأكسد +3

علل / ايونات عناصر اللانثانيدات تشابه ايونات فلزات الاتربة القلوية (IIA) ؟

ج / بسبب الصفات الايونية السائدة لهما حيث ايونات اللانثانيدات لها شحنة ثلاثية موجبة (+3) وايونات فلزات الاتربة القلوية ثنائية موجبة (+2)

- لا يوجد ايروبيوم (Eu) حرا في الطبيعة وتم الحصول عليه ضمن ناتج الانشطار النووي.

علل / يكون الكادولينيوم ^{64}Gd أيونات Gd^{+3} فقط ؟

ج / بسبب ترتيبه الالكتروني حيث يكون المستوى الثانوي $4f$ مملوء الى نصفه (نصف مشبع) بالالكترونات وعند تايه يفقد ثلاث الكترونات خارجية ($2e^-$ من $6s$ و $1e^-$ من $5d$) حيث لا يميل الى اضافة او فقدان الالكترونات في المستوى الداخلي النصف مملوء ($4f^7$) $[\text{Xe}] 4f^7$ $^{64}\text{Gd}^{+3}$ ، $^{64}\text{Gd} [\text{Xe}] 4f^7 5d^1 6s^2$

- يسلك عنصر ايروبيوم ^{63}Eu ($[\text{Xe}] 4f^7 6s^2$) حالة تأكسد +2 فيصبح $^{63}\text{Eu}^{+2} ([\text{Xe}] 4f^7)$ وكذلك +3 $^{63}\text{Eu} ([\text{Xe}] 4f^6)$

- يسلك التيريوم ^{65}Tb (يأتي بعد الكادولينيوم) الحالات التأكسدية +3 و +4

الاكتنيدات / وهي عناصر السلسلة الانتقالية الداخلية الثانية ($5f$) وتتكون من 14 عنصر وتبدأ بعنصر الثوريوم

(^{90}Th) وتنتهي بعنصر لورنسيوم ^{103}Lr ، وسميت بالاكتنيدات لانها تبدأ بعد عنصر الاكتينيوم (^{89}Ac)

- تبدأ الاكتنيدات ($5f^{1-14}$) بعد الاكتينيوم ($^{89}\text{Ac}: [\text{Rn}] 6d^1 7s^2$) بعنصر الثوريوم ($^{90}\text{Th}: [\text{Rn}] 5f^1 6d^1 7s^2$) وتنتهي بعنصر لورنسيوم ($^{103}\text{Lr}: [\text{Rn}] 5f^{14} 6d^1 7s^2$) ثم يعود مستوى $6d$ في الامتلاء في العنصر زرفورديوم ($^{104}\text{Rf}: [\text{Rn}] 5f^{14} 6d^2 7s^2$)
- للاكتنيدات دائما حالة تأكسد +3 ضمن حالات التأكسد الاخرى.

علل / يكون الكيوروم ^{96}Cm في اغلب مركباته ايونا ثلاثي الشحنة الموجبة ؟

ج / بسبب ترتيبه الالكتروني حيث يكون المستوى الثانوي الداخلي $5f$ نصف مملوء بالالكترونات ($[\text{Rn}] 5f^7 6d^1 7s^2$) وعند تايه يفقد ثلاث الكترونات خارجية ($2e^-$ من $7s$ و $1e^-$ من $6d$) حيث لا يفقد الكترونات من $5f$

- تسلك العناصر التي فوق (قبل) الاميريسيوم ^{95}Am حالات تأكسدية عديدة (+2 , +3 , +4 , +5 , +6)

- يسلك عنصر البيركليوم (^{97}Bk) بعد الكيوروم حالات تأكسدية (+3 , +4)

الحديد Fe

① يعتبر الفلز الثاني بعد الألمنيوم

② يعتبر العنصر الرابع بعد الاوكسجين والسليكون والالمنيوم من حيث نسبته في القشرة الارضية.



- ③ يتكون مركز الارض بصورة رئيسية من الحديد والنيكل
 ④ ينتشر في القشرة الارضية متحدا مع عناصر اخرى مكونا خاماته وهي :
 (أ) الهيماتايت (يحتوي على Fe_2O_3) (ب) المغنتايت (يحتوي على Fe_3O_4)
 (ج) الليمونيت (يحتوي على $FeOOH$) (د) سديرايت (يحتوي على $FeCO_3$)
 ⑤ احد العناصر الداخلة في تركيب هيموكلوبين الدم
 ⑥ يوجد مع الموليبدنيوم في تركيب الانزيم الخاص بتثبيت النتروجين
 ⑦ احد العناصر الضرورية التي تكون مادة الكلورفيل الخاص بصناعة الغذاء في النبات.
موقع الحديد في الجدول الدوري / يقع لحديد في الجدول الدوري في الدورة الرابعة والزمرة الثامنة B ويمتلك الترتيب الالكتروني : $_{26}Fe: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$

حالات التأكسد للحديد / (+2 , +3)

علل / للحديد القدرة على تكوين نوعين من المركبات الكيميائية ؟

ج / لان للحديد حالتا تأكسد +2 و +3 ناتجة عن فقدان الكترونين من ذرة الحديد لتكوين ايون الحديد الثنائي Fe^{+2} أو فقدان ثلاثة الكترونات لتكوين ايون الحديد (III) Fe^{+3} وعمليتا فقدان تعتمد على طبيعة المواد المتفاعلة.

س / بين العلاقة بين حالتي التأكسد للحديد ؟

ج / ان ايون الحديد (II) يمكن ان يتأكسد (يفقد الكترون) ليتحول الى ايون الحديد (III) أو ان ايون الحديد (III) يختزل (يكتسب الكترون) ليتحول الى ايون الحديد (II)
 $Fe^{+2} \xrightleftharpoons[\text{اختزال}]{\text{تأكسد}} Fe^{+3} + e^-$

خواص الحديد الفيزيائية /

- ① الحديد النقي فلزا ابيض لامعا ② قابلة للمغنط
 ③ يتصف بالصلادة والتوصيل الحراري والكهربائي الجيدان وقابلية الطرق والسحب.
 ④ له درجات انصهار $1528^\circ C$ ودرجة غليان $2861^\circ C$ ⑤ ذو كثافة 7.86 g/cm^3 بدرجة $25^\circ C$

تفاعلات الحديد (الخواص الكيميائية) /

س / ما هي شروط تكون صدأ الحديد في درجات الحرارة الاعتيادية ؟

- ج /** ① اوكسجين الهواء ② الماء (الرطوبة) حيث لا يتفاعل (لا يتاثر) الحديد مع الهواء الجاف ولا مع الماء الخالي من الهواء الرطب.

س / عرف صدأ الحديد

ج / وهي عبارة عن اوكسيد الحديد المائي (III) وهي طبقة بنية اللون مائلة الى الاحمرار تكونت نتيجة تاثر الحديد باوكسجين الهواء الرطب والتي تنفصل عن سطح الحديد على شكل قشور
 $4Fe + 3O_2 + nH_2O \longrightarrow 2Fe_2O_3 \cdot nH_2O$
 صدأ الحديد

علل / لا يتوقف تكون الصدأ عند السطح الخارجي لقطعة الحديد ؟

ج / بسبب نفاذية وعدم تماسك طبقة اوكسيد الحديد المائي (III) المتكونة حيث تنفصل طبقة الصدأ من سطح الحديد على شكل قشور فتسمح لقطعة الحديد بالاتصال بالهواء ولذلك يستمر تكون الصدأ

س / عبر عما ياتي بمعادلات كيميائية موزونة :

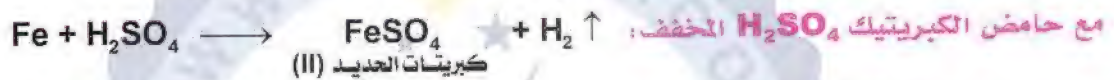
① تأكسد الحديد عند تسخينه الى درجات الحرارة العالية (درجة الاحمرار) وبوجود الهواء مكونا اوكسيد



② تفاعل الحديد الساخن مع بخار الماء ومكونا اوكسيد الحديد المغناطيسي ومحرورا غاز الهيدروجين :



③ (أ) تفاعل الحديد مع الحوامض المخففة غير المؤكسدة بسهولة ومكونا ملح الحديد (III) ومحرورا غاز الهيدروجين



(ب) يتفاعل الحديد مع الحوامض المركزة (المؤكسدة) مثل حامض الكبريتيك المركز الساخن وحامض النتريك

مكونا املاح الحديد والماء (حيث يتأكسد الهيدروجين الى ماء) ويتصاعد غاز SO_2 :



④ تسخين خليط من برادة الحديد ومسحوق الكبريت وتكوين كبريتيد الحديد II : $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$

⑤ امرار غاز الكلور على برادة الحديد المسخنة الى درجة الاحمرار وتكوين كلوريد الحديد III



ملاحظات / ① يتفاعل الحديد مع الهالوجينات مثل (الفلور والكلور والبروم) لينتج هاليدات الحديد (III) :



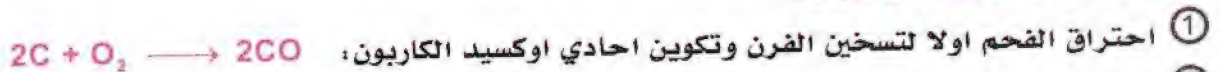
② اشهر كبريتيدات الحديد هو بيريت الحديد FeS_2 الذي يعرف باسم الذهب الكاذب بسبب لونه المشابه الى لون الذهب والذي يستخدم في غش الذهب من دون اكتشافه بسهولة.

③ يدخل الحديد في مركبات السيانييد واشهرها $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ والمسماة صبغة ازرق بروسيا والتي تستعمل لازالة اصفرار الماء نتيجة وجود رواسب من املاح الحديد ، وتسمى محليا (الجويت)

س / اشرح طريقة استخلاص الحديد في الفرن النفاخ ؟

ج / تتضمن الطريقة خلط ، ① خام الحديد (الهيماتايت او الماغنتايت) ② فحم الكوك

③ حجر الكلس (كربونات الكالسيوم)، وازافة الخليط من الفتحة العلوية للفرن النفاخ ثم ينفخ الهواء الحار من فتحات توجد في الجوانب السفلية في الفرن ونتيجة لارتفاع درجة حرارته الخليط (2000°C) تحدث تفاعلات كثيرة داخل الفرن يمكن ايجازها :



② اختزال خام الحديد بواسطة احادي اوكسيد الكربون لينتج حديد منصهر وثنائي اوكسيد الكربون :



③ تحلل كربونات الكالسيوم الى اوكسيد الكالسيوم وثنائي اوكسيد الكربون : $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{CaO} + \text{CO}_2$

ثم يتحد اوكسيد الكالسيوم مع الرمل (شوائب) ليكون منصهر سليكات الكالسيوم : $\text{CaO} + \text{SiO}_2 \longrightarrow \text{CaSiO}_3$

الذي يطفو فوق منصهر الحديد مشكلا طبقة تدعى (الخبث) تمنع اختلاط منصهر الحديد مع المواد التي فوقه، والحديد المنصهر يسحب بين فترة و اخرى من اسفل الفرن ويصب في قوالب خاصة ويُدعى (حديد الزهر)

س/ ما المقصود بالخبث؟ وما فائدته؟

ج/ **الخبث** / وهو منصهر سليكات الكالسيوم المتكون نتيجة تفاعل اوكسيد الكالسيوم (الناتج من تحليل كربونات الكالسيوم) مع الرمل حيث يطفو الخبث فوق منصهر الحديد في الفرن النفخ بشكل طبقة تمنع اختلاط منصهر الحديد مع المواد التي فوقه ويسحب من فتحات اسفل الفرن.

فائدته / في صناعة الاسمنت او الكونكريت او لرصف الطرق وغيرها.

علل / يطفو منصهر سليكات الكالسيوم فوق منصهر الحديد في الفرن النفخ؟

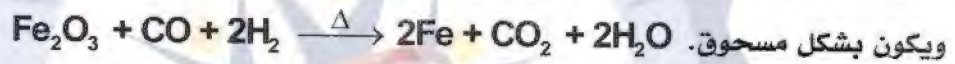
ج/ لان كثافته اقل من كثافة الحديد.

س/ كيف نحصل على الحديد الاسفنجي؟

ج/ تتم العملية بتفاعلين رئيسيين:



② اختزال خام الحديد بغازات H_2 و CO الناتجة عند درجة حرارة $800 - 900^\circ C$ لينتج الحديد الاسفنجي



③ ثم يزال الرمل باضافة كربونات الكالسيوم التي تتحلل بالحرارة الى CaO و CO_2 الذي يتحد مع الرمل

لتكوين منصهر سليكات الكالسيوم (الخبث)

• تتميز طريقة انتاج الحديد الاسفنجي عن طريقة انتاج حديد الزهر بانها:

- ① لا تحتاج الى فحم الكوك غالي الثمن وغير متوفر
- ② تكلفة انشائها اقل بكثير من تكلفة انشاء الفرن النفخ.
- ③ تقنية بسيطة ويسهل استخدامها.
- ④ الحديد الناتج خالي من الكربون بينما الحديد الزهر الناتج من الفرن النفخ يحتوي على 4% كربون تقريبا.

انواع الحديد / ① حديد الزهر ② حديد الصلب ③ حديد الصلب (الفولاذ)

• **حديد الزهر** / وهو الحديد الناتج من الفرن النفخ ويحتوي شوائب بنسبة تتراوح بين (6% الى 8%) معظمها كربون وسليكون ويستخدم كخام للحديد في صناعة انواع الحديد الاخرى.

• **حديد الصلب (الآهين)** / وهو الحديد الناتج من اعاده صهر حديد الزهر وصبه في قوالب ويكون على نوعين حسب طريقة الصب والتبريد.

(أ) **حديد الصلب الابيض** : اذا صب في قوالب معدنية (تصلب سريع).

(ب) **حديد الصلب الرمادي** : اذا صب في قوالب رملية (تصلب بطيء).

صفاته واستخدماته / صلب جدا لكنه هش لا يتحمل الصدمات القوية. ويستخدم في صناعة بعض اجزاء المدايع وانابيب واغطية المجاري.

س/ اذكر طريقة انتاج الحديد الصلب (الفولاذ)؟

ج/ ينتج من حديد الزهر بعد اكسدة الشوائب الموجودة فيه في فرن خاص ثم اضافة كربون اليه بنسبة (0.2% الى 1.5%) وعناصر اخرى بحسب الصفات المرغوبة في نوعية الفولاذ وتتوقف خواصه على نسبة ما يحتويه من عنصر الكربون والعناصر المضافة الاخرى.

استعمالات حديد الفولاذ / يستعمل في صناعة الدروع وسكك الحديد والجسور والمغانط

اسئلة الفصل الثالث

1-3/ بعد محاولة تقسيم العناصر الى فلزات ولا فلزات جرت محاولات اخرى لتصنيفها اذكر تلك

المحاولات وعلى اي اساس بنيت تلك المحاولات ؟

ج/ المحاولات هي: ① ثلاثيات دوبرينر - ② قانون الثمانيات لتيبولاندس .

وقد بنيت المحاولات على اساس العلاقة بين خواص العناصر الانتقالية وكتلتها الذرية .

2-3/ اذكر القانون الدوري الذي توصل اليه كل من لاندس ومندليف ؟

ج/ القانون الدوري لهما : تعتمد خواص العناصر اعتمادا دوريا على كتلتها الذرية .

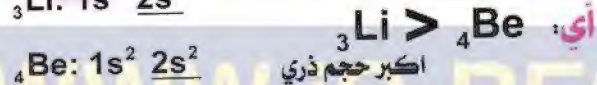
3-3/ ما هي نقاط الضعف في جدول العالم مندليف ؟ ج/ راجع الملزمة ص ٦٨

4-3/ ما الفرق بين جدول مندليف والجدول الدوري الحديث ؟ ج/ راجع الملزمة ص ٦٩

5-3/ كيف يتغير الحجم الذري لعناصر الدورة الواحدة والزمرة الواحدة بزيادة العدد الذري ولماذا؟ ج/ راجع الملزمة ص ٧٢

6-3/ اي الذرات في كل من الأزواج الاتية أكبر حجم ذري (Be, Li), (O, S), (Br, Cl)

ج/ العنصران يقعان في (الدورة الثانية)



أكبر حجم ذري

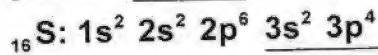
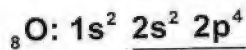
وبزيادة العدد الذري يقل الحجم الذري.

لان في الدورة الواحدة يقل الحجم الذري

كلما زاد العدد الذري.

(O, S) العنصران يقعان في الزمرة السادسة

وبزيادة العدد الذري يكبر الحجم الذري.

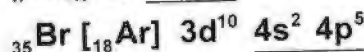
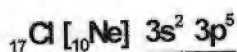


أكبر حجم ذري

أي: لان في الزمرة الواحدة يزداد الحجم الذري

(نصف القطر) كلما زاد العدد الذري.

(Br, Cl) العنصران يقعان في الزمرة السابعة



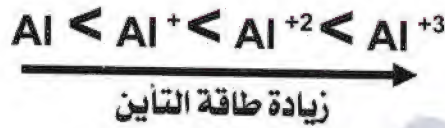
أكبر حجم ذري

أي: وبزيادة العدد الذري يكبر الحجم الذري.

لان في الاصره الواحدة يزداد الحجم الذري

كلما زاد العدد الذري.

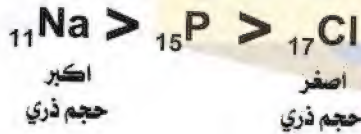
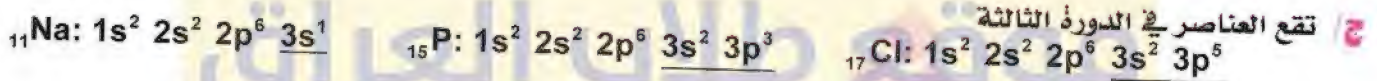
اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصرا

7-3/ رتب الآتي حسب ازدياد طاقة التأين ذاكر السبب Al^{+3} , Al^{+2} , Al^{+} , Al 

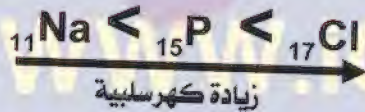
ج/ السبب: ان طاقة التأين الثالثة دائما اكبر من طاقة التأين الثانية وهذه اكبر من طاقة التأين الأولى وذلك لان شحنة النواة الموجبة في طاقة التأين الثالثة تجذب الالكترونات بقوة اكبر مما هو عليه في طاقة التأين الثانية والأولى وعديمة الشحنة.

8-3/ اذا كان لديك العناصر الآتية: ($_{17}Cl$, $_{15}P$, $_{11}Na$) أجب عن الاسئلة التالية:

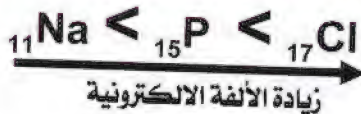
- (أ) اي من العناصر يكون له اكبر حجم ذري واي منها اصغر حجم ذري.
 (ب) رتب هذه العناصر حسب ازدياد الكهرسلبية ذاكر السبب لهذا الترتيب.
 (ج) رتب هذه العناصر حسب ازدياد الجذب الألفه الالكترونية ذاكر السبب.
 (د) اي من هذه العناصر تتوقع فيه الخواص الفلزية.



(أ) **السبب:** يقل الحجم الذري بازدياد العدد الذري لعناصر نفس الدورة بسبب زيادة عدد الالكترونات مع بقاء الغلاف الخارجي مما يزداد الجذب بين الالكترونات السالبة والنواة



(ب) **السبب:** تزداد الكهرسلبية (مع نقصان حجم النواة) بازدياد العدد الذري لعناصر نفس الدورة



(ج) **السبب:** تزداد الألفة الالكترونية بازدياد العدد الذري لعناصر الدورة الواحد بسبب نقصان الحجم الذرية مما يسهل على النواة جذب الالكترون

(د) **Na له خواص فلزية** (في الدورة الواحد تقل الخواص الفلزية وتبدأ الخواص اللافلزية بالظهور كلما زاد العدد الذري) حيث يقع Na في الزمرة الاولى IA .

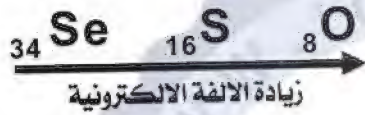
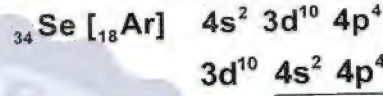
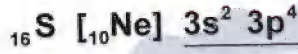
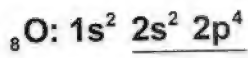
اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصرا

9-3 / لديك الذرات الاتية: (${}^8\text{O}$, ${}^{16}\text{S}$, ${}^{34}\text{Se}$) رتبها حسب مايلي مع ذكر السبب:

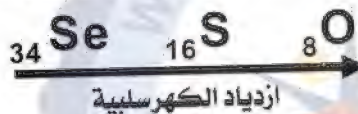
(أ) **اللفة الالكترونية** (ب) **ازدياد الكهرسلبية**

(ج) **ازدياد انصاف الاقطار الذرية** (د) **ازدياد طاقة التاين**

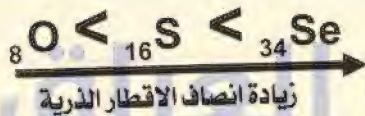
ج / تقع جميع هذه العناصر في زمرة واحد (السادسة)



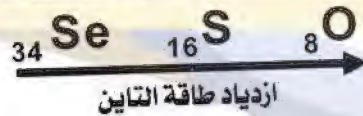
(أ) السبب/ تقل اللفة الالكترونية في الزمرة الواحد
بزيادة العدد الذري بسبب زيادة الحجم الذري



(ب) السبب/ تقل الكهرسلبية مع زيادة حجم الذرة في
الزمرة الواحد بازدياد العدد الذري



(ج) السبب/ يزداد الحجم الذري بازدياد العدد الذري في
الزمرة الواحد بسبب زيادة عدد الاغلفة الالكترونية
فيصبح الغلاف الخارجي في موقع أبعد عن النواة



(د) السبب/ يقل جهد التاين بزيادة العدد الذري في الزمرة
الواحد حيث يكبر حجم الذرة مما يسهل انتزاع
الالكترونات الخارجية

10-3 / علل / (أ) لا توجد حاجة في القديم لتصنيف العناصر في جدول دوري ؟
ج / لان عدد العناصر المعروفة في ذلك الوقت قليل لم يتجاوز اصابع اليدين

(ب) **لم يستمر طويلا تقسيم العناصر الى فلزات ولا فلزات ؟**

ج / لانه ليس هناك حد فاصل يقسم العناصر الى فلزات ولا فلزات حيث تشترك كثير من الخواص بين عناصر هاتين المجموعتين لذلك جاءت محاولات اخرى لتقسيم العناصر على أسس أخرى.

(ج) **ارتفاع طاقة تاين ${}^{17}\text{Cl}$ مقارنة بجهد تاين ${}^{12}\text{Mg}$ ؟**

ج / لان في الدورة الواحد تزداد طاقة التاين بزيادة العدد الذري حيث ان Cl و Mg يقعان في دورة واحد (هي الثالثة)

(د) **تنطلق طاقة عند اكتساب الالكترون الاول لكن كثير ما تمتص بعض الطاقة عند اكتساب الالكترون الثاني ؟**

ج / راجع الملزمة ص ٧٦

(هـ) **طاقة تاين الفلور اكبر من طاقة تاين الاوكسجين ؟**

ج / لان في الدورة الواحد تزداد طاقة التاين بزيادة العدد الذري حيث يقع الفلور والاكسجين في الدورة الثانية

11-3 / كيف يمكن الحصول على طيف للعنصر وهل يظهر طيف العنصر عندما تمتص طاقة او عندما

يبعث طاقة؟ ج / راجع الملزمة ص ٧٨

12-3 / ما هو العدد التناسقي للذرة المركزية وشحنة الايون المعقد لكل مما يأتي:

(أ) سداسي سيانوهديدات (III) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

ج / العدد التناسقي هو (6) ، شحنة الايون المعقد $= (-1 \times 6) + (+3) = (-6) + (+3) = (-3)$

(ب) رباعي امونيا النحاس (II) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]$

ج / العدد التناسقي هو (4) ، شحنة الايون المعقد $= (0 \times 4) + (+2) = (0) + (+2) = (+2)$

(ج) رباعي كلورونيكيل (II) $[\text{NiCl}_4]$

ج / العدد التناسقي هو (4) ، شحنة الايون المعقد $= (-1 \times 4) + (+2) = (-4) + (+2) = (-2)$

13-3 / اذكر طرق استخلاص الحديد صناعيا، ايهما افضل ولماذا

ج / ① طريقة اختزال خامات الحديد (الهيماتايت والماغنتايت) بالكربون عند 2000°C في الفرن النفخ وينتج

حديد الزهر

② طريقة اختزال خامات الحديد باستخدام الغاز الطبيعي بدلاً من فحم الكوك المستخدم في طريقة الفرن النفخ.

وينتج الحديد الاسفنجي والطريقة الثانية افضل لأنها تتميز بأنها:

① لا تحتاج الى فحم الكوك غالي الثمن وغير متوفر

② تكلفة انشائها اقل بكثير من تكلفة انشاء الفرن النفخ.

③ تقنية بسيطة ويسهل استخدامها.

④ الحديد الناتج خالي من الكربون بينما الحديد الزهر الناتج من الفرن النفخ يحتوي على 4% كربون تقريبا.

14-3 / عرف كلا مما يأتي:

① العنصر الانتقالي **②** مجموعة عناصر d **③** العدد التناسقي **④** الليكند

ج / (1) العنصر الانتقالي / راجع الملزمة ص ٧٨

(2) مجموعة عناصر d / وهي مجموعة العناصر في السلاسل الانتقالية الاولى والثانية والثالثة وتضم كل

سلسلة من السلاسل الثلاث (10) عناصر اما السلسلة الانتقالية الرابعة فهي غير

مكتملة وتحتوي على (8) عناصر.

(3) العدد التناسقي / راجع الملزمة ص ٨٤

(4) الليكند / هو جزيء او ايون يحتوي على زوج أو اكثر من الالكترونات غير المتأصرة والتي ينتج عن وهبها

الى الايونات الفلزية الموجبة للعناصر الانتقالية ما يسمى بالمعقد التناسقي.

الفصل الرابع

المحاليل

المحلول / هو مزيج (خليط) متجانس للمواد (مادتين أو أكثر) يتألف من مذيب (Solvent) ومذاب (Solute) واحد أو أكثر تكون نسب المزج بينها مختلفة من محلول الى آخر. وتعتبر المادة الأكبر كمية في المزيج هي المذيب والاقل كمية هي المذاب

انواع المحاليل /

حالة المحلول	حالة المذاب	حالة لمذيب	امثلة
سائل	غاز سائل صلب	سائل سائل سائل	الاوكتجين مذاب في الماء الايثانول في الماء السكر في الماء
غاز	غاز سائل صلب	غاز غاز غاز	الاوكتجين في الهواء ، الاوكسجين في النتروجين قطيرات الماء في الجو حببيبات الغبار في الهواء
صلب	غاز سائل صلب	صلب صلب صلب	غاز الهيدروجين في البلاتين الزئبق في الخارصين السبائك

س/ ما هي العوامل التي تعتمد عليها سرعة وسهولة عملية الذوبان ؟

- ج/ ① التغير الحاصل في درجة حرارة المزيج الناتج (المحلول)
② مدى انتشار المذاب (على شكل ايونات أو جزيئات) بين جزيئات المذيب المصاحبة لعملية الذوبان.

س/ كيف يمكن لعملية الذوبان ان تتم بسهولة اكبر ؟

- ج/ ① اذا صاحب عملية الذوبان زيادة في درجات حرارة المحلول الناتج (سخونة المحلول)
② اذا كان انتشار مكونات المذاب في المذيب بشكل واسع وقام.

س/ ما المقصود بحرارة المحلول وعلى ماذا يعتمد التغير في درجة حرارة المحلول اثناء عملية الذوبان ؟

ج/ **حرارة المحلول :** وهو التغير في الطاقة المصاحبة لعملية الذوبان وتعتمد الزيادة الحاصلة (أو النقصان الحاصل) في درجة حرارة المحلول اثناء عملية الذوبان بشكل اساس على قوى التاثر (تجاذب او تنافر) بين جزيئات المذيب مع بعضها ومع جزيئات المذاب وكذلك الحال لجزيئات المذاب.

س/ ما هي الشروط التي تحدد سهولة عملية الذوبان ؟

- ج/ ① تاثر ضعيف بين جزيئات المذاب فيما بينها .
② تاثر ضعيف بين جزيئات المذيب فيما بينها
③ تاثر كبير بين جزيئات المذاب مع جزيئات المذيب.

س/ **وضح خطوات تحضير محلول معين مبينا التغير في الطاقة الذي يصاحب كل خطوة في عملية الذوبان ؟**

ج/ لكي تحصل عملية الذوبان يجب

الخطوة (أ) / التغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذاب ويصاحبها امتصاص حرارة.

الخطوة (ب) / تمثل عملية فصل وابعاد جزيئات المذيب بعضها عن البعض الاخر لتكون جاهزة لاستقبال جزيئات

المذاب وتحتاج ايضا الى امتصاص حرارة.

الخطوة (ج) / التآثر بين جزيئات المذاب وجزيئات المذيب وينتج عن عملية الذوبان في هذه الحالة حرارة ويكون

المحلول بعد تحضيره ساخنا (**انبعاث طاقة حرارية**)



س/ **يصاحب ذوبان عدد من المواد الصلبة (مثل كلوريد الصوديوم) في مذيبات سائلة (مثل الماء) امتصاص**

حرارة (اي برودة المحلول الناتج) ؟

ج/ بسبب حصول انتشار واسع وتام لمكونات المذاب بين جزيئات المذيب اثناء عملية الذوبان وتصبح حره الحركة وبشكل

عشوائي في المحلول بعد ان كانت مقيدة الحركة وهي في حالتها الصلبة. وكذلك تزداد حرية حركة جزيئات المذيب

لأنها تصبح في بيئة تحوي مكونات المذاب والتي تحيط بكل جزيئة منها مزيج من جزيئات المذاب والمذيب.

انواع وخواص المحاليل

1- **المحلول المركز** / وهو المحلول الذي يحوي كمية اكبر (**تركيز عالي**) من المذاب.

2- **المحلول المخفف** / وهو المحلول الذي يحتوي على كمية قليلة (**تركيز واطيء**) من المذاب.

ملاحظة / يمكن تحويل المحلول المركز الى مخفف بإضافة كمية اكبر من المذيب اليه.

التركيز / هو كمية المذاب في كتلة او حجم معين من المذيب

التعبير عن التركيز

اولا / التعبير عن التركيز بدلالة كتلة المذاب في كتلة المذيب (الكتلة في الكتلة) او كمية المذاب في كمية المذيب (الكمية في الكمية) واهم هذه التعابير:

① النسبة المئوية الكتلية للمذاب . ② التركيز المولالي m ③ الكسر المولي X

ثانيا / التعبير عن التركيز بدلالة كتلة المذاب في حجم المذيب (الكتلة في الحجم) او كمية المذاب في حجم المذيب (الكمية في الحجم) واهما التركيز المولالي M

ملاحظة / • ميز بين رمز الكتلة m والرمز المستخدم للتعبير عن التركيز المولالي m
• ميز بين رمز الكتلة المولية M والرمز المستخدم للتعبير عن التركيز المولالي M

النسبة المئوية الكتلية للمذاب / هي عدد غرامات المذاب في $100g$ من المحلول

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للمذاب (\%)} = \frac{\text{كتلة المذاب (g)}}{\text{كتلة المذيب (g)} + \text{كتلة المذاب (g)}} \times 100\%$$

m_1 : كتلة المذيب

m_2 : كتلة المذاب

$$\% = \frac{m_2(g)}{m_T(g)} \times 100\%$$

$$\% = \frac{m_2(g)}{(m_1 + m_2)(g)} \times 100\%$$

$$\text{كتلة المحلول} = m_T(g) = m_2(g) + m_1(g)$$

توضيح / يمكن تحضير محلول هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ تركيزه (20%) اذا اذينا 2g من $NaOH$ في 8g ماء (اي كل 10g من المحلول تحتوي (2g $NaOH$ والباقي 8g ماء) وعند احتواء كل 100g من محلول $NaOH$ على 20g من $NaOH$ والباقي 80g ماء يعطي نفس النسبة المئوية اي (20%)

مثال / احسب النسبة المئوية الكتلية لهيدروكسيد الصوديوم في محلول تم تحضيره باذابة 8g من $NaOH$ في 50g ماء.

$$\%NaOH = \frac{m_{NaOH}}{m_{NaOH} + m_{H_2O}} \times 100\% = \frac{8(g)}{(8 + 50)(g)} \times 100\% = 13.8\%$$

تمرين (1-4)

ما كتلة كلوريد البوتاسيوم اللازمة لتحضير 250g من محلول تركيزه 5% بالكتلة ؟

$$\%KCl = \frac{m_2(g)}{(m_1 + m_2)(g)} \times 100\%$$

$$m_1 + m_2 = 250 \text{ g (الحل)}$$

$$5\% = \frac{m_2}{250(g)} \times 100\%$$

$$m_2 = \frac{250(g) \times 5\%}{100\%} = 12.5 \text{ g (كتلة كلوريد البوتاسيوم (مذاب))}$$

الكثافة ρ / هي النسبة بين الكتلة الى الحجم

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

تقاس كثافة السائل او الصلب بوحدة $\frac{g}{mL}$ او $\frac{g}{cm^3}$

تقاس كثافة الغازات بوحدة $\frac{g}{L}$

$$\rho = \frac{m(g)}{V(mL \text{ أو } L)}$$

تمرين (2-4)

كم غراما من حامض الكبريتيك (H_2SO_4) يحويها ليتر واحد من المحلول المائي لهذا الحامض اذا كانت النسبة المئوية للحامض فيه هي 34% وكثافة المحلول تساوي 1.24 g/mL ؟

الحل / نحسب كتلة المحلول m_T (حامض الكبريتيك + ماء) باستخدام علاقة الكثافة ($1L = 1000mL$)

$$\rho_{(g/mL)} = \frac{m_{(g)}}{V_{(mL)}} \Rightarrow m = \rho_{(g/mL)} \times V_{(mL)}$$

$$m = 1.24 \frac{g}{mL} \times 1000 mL = 1240 \text{ g } (m_T)$$

$$\%H_2SO_4 = \frac{m_2(g)}{m_T(g)} \times 100\%$$

$$m_2 = \frac{\%H_2SO_4 \times m_T}{100\%} \Rightarrow m_2 = \frac{34\% \times 1240 \text{ g}}{100\%} = 421.6 \text{ g } (m_2) \text{ عدد غرامات } H_2SO_4 \text{ (مذاب)}$$

التركيز المولي m (المولية) / هي عدد مولات المذاب التي يحتويها كيلوغرام واحد من المذيب

وحداته / (mole/Kg) او (m)

$$m_{(mol/Kg)} = \frac{n_{(mol)}}{m_{(Kg)}}$$

المولية (m) (مول / كم) = $\frac{\text{عدد مولات المذاب (مول)}}{\text{كتلة المذيب (كغم)}}$

$$n_{(mol)} = \frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}}$$

او $\frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{عدد مولات المذاب (مول)}} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{الكتلة المولية للمذاب}}$

حيث m : كتلة المذاب بالغرامات ، M : الكتلة المولية للمذاب

• يمكن كتابة المولية بالطريقة الآتية:

$$m_{(mol/Kg)} = \frac{m_{(g)} \text{ مذاب}}{M_{(g/mol)}} \times \frac{1000}{m_{(g)} \text{ مذاب}}$$

$$\text{او } m_{(mol/Kg)} = \frac{m_{(g)} \text{ مذاب}}{M_{(g/mol)}} \times \frac{1}{m_{(Kg)} \text{ مذاب}}$$

• لا يتأثر تركيز المحلول المعبر عنه بالمولية بتغير درجة الحرارة فالمولية هي النسبة بين عدد دقائق المذاب (اي عدد مولاته) الى دقائق المذيب (اي كتلته) في المحلول.

مثال / احسب مولالية المحلول المحضر باذابة 36g من سكر الكلوكوز الكتلة المولية = 180 g/mol في 360g من الماء المقطر

الحل / نحسب عدد مولات المذاب (سكر الكلوكوز)

$$n_{(mol)} = \frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}} = \frac{36 \text{ g}}{180 \text{ g/mol}} = 0.2 \text{ mol}$$

نغير كتلة المذيب الى وحدة **Kg**

$$m_{(Kg)} = m_{(g)} \times \frac{1(Kg)}{1000(g)} = 360(g) \times \frac{1(Kg)}{1000(g)} = 0.36 \text{ Kg}$$

$$m_{(mol/Kg)} = \frac{n_{(mol)} \text{ Solute}}{m_{(Kg)} \text{ Solvent}} = \frac{0.2 \text{ mol}}{0.36 \text{ Kg}} = 0.556 \text{ mol/Kg} = 0.556 \text{ m}$$

$$m_{(mol/Kg)} = \frac{m_{(g)} \text{ Solu}}{M_{(g/mol)}} \times \frac{1000}{m_{(g)} \text{ SolV}} = \frac{36 \text{ g}}{180 \text{ g/mol}} \times \frac{1000}{360 \text{ g}} = 0.556 \text{ mol/Kg}$$

طريقة ثانية مباشرة /

تمرين (3-4)

اذيب $6.2 \times 10^2 \text{ g}$ من الاثيلين كلايكول ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$) يستعمل كمائع انجماد في راديتور السيارات في 4 Kg من الماء المقطر. احسب تركيز محلول الاثيلين كلايكول معبرا عنه بالتركيز المولي. اذا علمت ان الكتلة المولية لـ ($\text{O} = 16$, $\text{H} = 1$, $\text{Cl} = 12$)

الحل $M_{(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2)} = 12 \times 2 + 1 \times 6 + 16 \times 2 = 62 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

نحسب عدد مولات المذاب $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$: $n = \frac{m(\text{g})}{M(\text{g/mol})} = \frac{6.2 \times 10^2 \text{ g}}{62 \text{ g/mol}} = \frac{62 \times 10^{-1} \times 10^2 \text{ g}}{62 \text{ g/mol}} = 10 \text{ mol}$

نحسب مولالية المحلول من العلاقة $m = \frac{n(\text{mol})}{m(\text{Kg})} = \frac{10 \text{ mol}}{4 \text{ Kg}} = 2.5 \text{ mol/Kg}$

طريقة ثانية مباشرة $m_{(\text{mol/Kg})} = \frac{m(\text{g}) \text{ Solu}}{M(\text{g/mol})} \times \frac{1}{m(\text{Kg}) \text{ SolV}} = \frac{6.2 \times 10^2 \text{ g}}{62 \text{ g/mol}} \times \frac{1}{4 \text{ Kg}} = 2.5 \text{ m}$

ملاحظة ① $1000 = 10^3$, $100 = 10^2$, $10 = 10^1$

$0.001 = \frac{1}{1000} = 10^{-3}$, $\frac{1}{100} = 10^{-2}$, $\frac{1}{10} = 10^{-1}$

ملاحظة ② / الكتلة المولية لمركب =

الكتلة المولية للعنصر الاول * عدد ذراته + الكتلة المولية للعنصر الثاني * عدد ذراته +

الكسر المولي X / هو احد طرائق التعبير عن تركيز المكون في المحلول ويمثل النسبة بين عدد مولات احد المكونات (n_A أو n_B) في المحلول الى عدد المولات الكلية لجميع مكونات المحلول ($n_A + n_B$) وهو بذلك كمية عديمة الوحدات

$$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

• **الكسر المولي للمذاب (X_A)** / هو النسبة بين عدد مولات المذاب (n_A)

الى عدد المولات الكلية للمحلول ($n_A + n_B$)

$$X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

• **الكسر المولي للمذيب (X_B)** / هو النسبة بين عدد مولات المذيب (n_B)

الى عدد المولات الكلية للمحلول ($n_A + n_B$)

• يكون مجموع الكسور المولية لمكونات المحلول مساويا الواحد الصحيح. اي ان:

$$\frac{n_A}{n_A + n_B} + \frac{n_B}{n_A + n_B} = 1 \Rightarrow (X_A + X_B = 1)$$

مثال / حضر محلول السكروز $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (الكتلة المولية = 342 g/mol) وذلك باذابة 34.2 g منه في 180 g من الماء المقطر (الكتلة المولية = 18 g/mol) عبر عن تركيز السكر والماء في المحلول بدلالة الكسر المولي لكل منهما

الحل $n_{(\text{H}_2\text{O})} = \frac{180(\text{g})}{18(\text{g/mol})} = 10 \text{ mol}$ $n_{(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})} = \frac{34.2(\text{g})}{342(\text{g/mol})} = 0.1 \text{ mol}$ $\Rightarrow n_{(\text{mol})} = \frac{m(\text{g})}{M(\text{g/mol})}$

نحسب الكسر المولي لكل من السكر والماء $X_{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} = \frac{n_{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}}{n_{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} + n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{0.1 \text{ mol}}{0.1 \text{ mol} + 10 \text{ mol}} = 0.009 = 0.01$

وبنفس الطريقة : $X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{10 \text{ mol}}{0.1 \text{ mol} + 10 \text{ mol}} = 0.99$

ملاحظة / للتأكد من صحة الاجابة نجمع الكسور المولية والمفترضة ان $1 = (0.01 + 0.99)$

تمرين (4-4)

حضر محلول من هيدروكسيد الصوديوم بإذابة 4g من القاعدة الصلبة في 16.2g من الماء المقطر .
احسب الكسر المولي لمكونات المحلول. علما ان الكتلة المولية لـ (O=16 , H=1 , Na=23)

$$M_{H_2O} = 1 \times 2 + 16 = 18 \frac{g}{mol} , \quad M_{NaOH} = 23 + 16 + 1 = 40 \frac{g}{mol} \quad / \text{الحل}$$

$$n_{(mol)} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \Rightarrow n_{(NaOH)} = \frac{4g}{40 g/mol} = 0.1 \text{ mol} , \quad n_{(H_2O)} = \frac{16.2 g}{18 g/mol} = 0.9 \text{ mol}$$

$$X_{NaOH} = \frac{n_{NaOH}}{n_{NaOH} + n_{H_2O}} = \frac{0.1 \text{ mol}}{0.1 \text{ mol} + 0.9 \text{ mol}} = \boxed{0.1} , \quad X_{H_2O} = \frac{n_{H_2O}}{n_{NaOH} + n_{H_2O}} = \frac{0.9 \text{ mol}}{0.1 \text{ mol} + 0.9 \text{ mol}} = \boxed{0.9}$$

تمرين (5-4)

احسب الكسر المولي للماء في مزيج مكون من 9.0g من ماء و 120g من حامض الخليك
(CH₃COOH) . (O=16 , H=1 , C=12)

$$M_{H_2O} = 1 \times 2 + 16 \times 1 = 18 \frac{g}{mol} , \quad M_{CH_3COOH} = 12 + 1 \times 3 + 12 + 16 + 16 + 1 = 60 \frac{g}{mol} \quad / \text{الحل}$$

$$n_{(mol)} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \Rightarrow n_{(CH_3COOH)} = \frac{120g}{60 g/mol} = 2 \text{ mol} , \quad n_{(H_2O)} = \frac{9 g}{18 g/mol} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ mol}$$

$$X_{H_2O} = \frac{n_{H_2O}}{n_{CH_3COOH} + n_{H_2O}} = \frac{0.5 \text{ mol}}{2 \text{ mol} + 0.5 \text{ mol}} = \boxed{0.2} \quad \text{الكسر المولي للماء}$$

التركيز المولاري M (المولارية) هي عدد مولات المذاب التي يحتويها لتر واحد من المحلول. اي ان :

$$M = \frac{n(mol)}{V(L)} \quad \text{أو} \quad \frac{\text{عدد مولات المذاب (مول)}}{\text{حجم المحلول (لتر)}} = \text{المولارية (M)}$$

• يمكن كتابة المولارية بالطريقة الآتية :

$$\text{وحدة المولارية / (mole/L) أو (M)} \quad M_{(mol/L)} = \frac{m(g)_{Solu}}{M(g/mol)} \times \frac{1000}{V(mL)} \quad \text{أو} \quad M_{(mol/L)} = \frac{m(g)_{Solu}}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)}$$

مثال / احسب التركيز المولاري لمحلول تم تحضيره بإذابة 2.3g من الايثانول (C₂H₆O) (الكتلة المولية = 46g/mol) في 3.5L من الماء المقطر.

$$n_{(C_2H_6O)} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{2.3 g}{46 g/mol} = 0.05 \text{ mol} \quad / \text{الحل} \quad \text{نحسب عدد مولات الايثانول :}$$

$$M = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{0.05 \text{ mol}}{3.5 L} = \boxed{0.0143 \text{ mol/L}} = \boxed{0.0143 M} \quad \text{وعليه يمكن حساب مولاريته :}$$

تمرين (6-4)

ما التركيز المولاري لحلول كلوريد الصوديوم NaCl حضر باذابة 4.39g من الملح في الماء المقطر للحصول على محلول بحجم مقداره 250mL ؟ علما ان الكتلة المولية لـ (Na=23 , Cl = 35.5)

الحل / $M_{NaCl} = 23 + 35.5 = 58.5 \frac{g}{mol}$

$$n_{NaCl} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{4.39 (g)}{58.5 (g/mol)} = 0.075 \text{ mol}$$

تحويل وحدته الحجم من mL الى L : $V_{(L)} = \frac{250 \text{ mL}}{1000 \text{ mL/L}} = 0.25 \text{ L}$

$$M = \frac{m(mol)}{V(L)} = \frac{0.075 (mol)}{0.25 (L)} = 0.3 \text{ mol/L}$$

$$M = \frac{m_{(g)} \text{ Solu}}{M_{(g/mol)}} \times \frac{1000}{V_{(mL)}} = \frac{4.39 \text{ g}}{58.5 \text{ g/mol}} \times \frac{1000}{250 \text{ mL}} = 0.3 \text{ M}$$

طريقة ثانية مباشرة /

تمرين (7-4)

محلول حجمه 2L وتركيزه 1.5M من Na_2CO_3 فكم غرام من كاربونات الصوديوم يلزمك لتحضير هذا المحلول ؟ (الكتلة الذرية لـ (O=16 , C= 12 , Na= 23)

الحل / $M_{(Na_2CO_3)} = 23 \times 2 + 12 + 16 \times 3 = 106 \frac{g}{mol}$

$$M_{(mol/L)} = \frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}} \times \frac{1}{V_{(L)}} \Rightarrow m_{(g)} = M_{\frac{mol}{L}} \times M_{\frac{g}{mol}} \times V_{(L)}$$

$$m_{(g)} = 1.5 \frac{mol}{L} \times 106 \frac{g}{mol} \times 2(L) = 318 \text{ g}$$

يلزم لتحضير هذا المحلول

قانون التخفيف / عند تخفيف المحلول (وذلك باضافة كمية من المذيب اليه مثل الماء) يزداد حجمه ويقل تركيز المادة المذابة فيه (يقل تركيزه) ولكن تبقى كمية المادة المذابة فيه ثابتة اي ان عدد مولات المذاب لا يتغير

وعليه ، عدد مولات المذاب قبل التخفيف = عدد مولات المذاب بعد التخفيف

وبما ان : عدد مولات المذاب (n) = حجم المحلول (V) (لتر) × التركيز (M) (مول \ لتر)

اذن قانون التخفيف : $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$ (قبل التخفيف) M_1 تركيز المحلول و V_1 حجم المحلول

V_2 حجم المحلول

و M_2 تركيز المحلول (بعد التخفيف)

مثال / احسب التركيز المولاري لهيدروكسيد الصوديوم في محلول تم تحضيره باضافة 150mL من الماء المقطر

الى 100mL من محلول NaOH ذي تركيز 0.2M

الحل / قبل اضافة الماء (قبل التخفيف) : $M_1 = 0.2M$ و $V_1 = 100 \text{ mL}$

بعد اضافة الماء (بعد التخفيف) : $V_2 = 100 \text{ mL} + 150 \text{ mL} = 250 \text{ mL}$

$$M_2 = ? \Rightarrow V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2 \Rightarrow M_2 = \frac{V_1 \times M_1}{V_2} \Rightarrow$$

$$M_2 = \frac{100 \text{ mL} \times 0.2 \text{ mol/L}}{250 \text{ mL}} = 0.08 \text{ mol/L} = 0.08 \text{ M}$$

تمرين (8-4)

ما حجم الماء المقطر اللازم اضافته الى 250mL من 0.5M محلول كلوريد الباريوم للحصول على محلول هذا الملح بتركيز 0.25M ؟

الحل / (قبل التخفيف) : $M_1 = 0.5 \text{ M}$ و $V_1 = 250 \text{ mL}$

(بعد التخفيف) : $M_2 = 0.25 \text{ M}$ و $V_2 = ?$

$$\frac{V_1 \times M_1}{\text{(قبل التخفيف)}} = \frac{V_2 \times M_2}{\text{(بعد التخفيف)}}$$

$$V_2 = \frac{V_1 \times M_1}{M_2} = \frac{250 \text{ mL} \times 0.5 \text{ M}}{0.25 \text{ M}} = 500 \text{ mL}$$

$$V = V_2 - V_1 = 500 - 250 = 250 \text{ mL} \quad \text{حجم الماء المضاف}$$

تمرين (9-4)

احسب حجم محلول حامض الكبريتيك المركز 18M اللازم لتحضير محلول مخفف للحامض حجمه 250mL وتركيز 1.8M ؟

الحل / (قبل التخفيف) : $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$ (بعد التخفيف)

$$V_1 = \frac{V_2 \times M_2}{M_1} = \frac{250 \text{ mL} \times 1.8 \text{ M}}{18 \text{ M}} = 25 \text{ mL} \quad \text{حجم حامض الكبريتيك المركز}$$

المحلول المائي / هو المحلول الذي يكون الماء فيه مذيباً. مثل محلول السكر في الماء ، محلول كلوريد الصوديوم في الماء.

المحلول غير المائي / وهو المحلول الذي يكون سائلاً آخر عدا الماء مذيباً. مثل محلول الكبريت في سائل ثنائي كبريتيد الكربون ، محلول النفتالين في البنزين.

المحلول المشبع / هو المحلول الذي يحتوي على أكبر قدر ممكن من المذاب حيث لا يمكن إذابة كمية إضافية من المذاب فيه عند درجة حرارة معينة.

المحلول غير المشبع (تحت المشبع) / وهو المحلول الذي يحتوي على كمية من المذاب اقل من الكمية اللازمة للتشبع عند درجة الحرارة والضغط المحددين . عندما يضاف الى المحلول غير المشبع قليلاً من المذاب فإنه يذوب في المحلول

المحلول فوق المشبع / وهو المحلول الذي تفوق فيه كمية المذاب ما قد يمكن للمذيب من إذابته في الظروف

الاعتيادية (تجاوز حد الاشباع). وهو محلول غير مستقر يحاول الوصول الى حالة

الاشباع (الاستقرار) (حالة الاتزان) حيث تتحول الكمية الزائدة من المذاب على شكل راسب

● المحلول المشبع يمكن ان يصبح محلولاً غير مشبع اذا ازدادت درجة الحرارة (حيث ان ذوبانية معظم المواد تزداد بزيادة درجة الحرارة) والعكس صحيح

● يمكن المساعدة في محاولة وصول حالة فوق الاشباع الى حالة الاستقرار (الاشباع) عن طريق اضافة بلورة من المذاب او اي مادة صلبة اخرى او عن طريق تحريك المحلول

قابلية الذوبان (الذوبانية) / هي اكبر كمية من المادة (عدد غرامات او عدد مولات ... الخ) التي يمكن ان تذوب في كمية معينة (حجم او كتلة) من المذيب او المحلول عند درجة حرارة وضغط محددين.

او هي عدد غرامات المذاب التي يمكن ان تذوب للوصول الى حالة الاشباع في 100g من المذيب

العوامل المؤثرة في الذوبانية / ① درجة الحرارة . ② طبيعة المذاب وطبيعة المذيب ③ الضغط**1- درجة الحرارة**

- تزداد ذوبانية المواد الصلبة غالباً بزيادة درجة الحرارة والعكس صحيح، ولا تنطبق هذه القاعدة بشكل عام.
- بينما (بشكل عام) تقل قابلية ذوبان اغلب الغازات عند ارتفاع درجة الحرارة.
- اذا ادت عملية ذوبان المذاب في مذيب معين الى انخفاض درجة حرارة المحلول الناتج (برودة المحلول الناتج) فان معدل سرعة ذوبان المذاب تزداد بزيادة درجة الحرارة

علل / تزداد ذوبانية ملح نترات البوتاسيوم KNO_3 بزيادة درجة الحرارة ؟

- ج / لانه عند ذوبان الملح ستخفض درجة حرارة المحلول الناتج (اي ان ذوبان KNO_3 ماص للحرارة) فيحتاج وسط حار) فعند زيادة درجة الحرارة يزداد معدل سرعة ذوبان الملح.
- اذا ادت عملية ذوبان المذاب في مذيب معين الى ارتفاع درجة حرارة المحلول الناتج (سخونة المحلول الناتج) فالذوبانية سوف تقل بزيادة درجة الحرارة

علل / تقل ذوبانية أكسيد الكالسيوم CaO في الماء بزيادة درجة الحرارة ؟

- ج / لانه عند ذوبان اوكسيد الكالسيوم في الماء سترتفع حرارة المحلول الناتج (اي ان عملية ذوبان CaO باعثة للحرارة) فيحتاج وسط بارداً) فعند زيادة درجة الحرارة تقل ذوبانيته

علل / ذوبانية الغازات في المذيبات الباردة اكبر من ذوبانيته في المذيبات الساخنة ؟

- ج / لان جزيئات الغاز تغادر المحلول عند تسخينه وتكون محمولة مع جزيئات بخار المذيب المتكونة

2- طبيعة المذاب وطبيعة المذيب

- القاعدة العامة للاذابة هي (الشبيه يذيب الشبيه) :

- المذاب المستقطب (القطبي) يذوب في مذيب مستقطب، مثل ذوبان كلوريد البوتاسيوم (مذاب مستقطب) في الماء (مذيب مستقطب)
- المذاب غير المستقطب يذوب في مذيب غير مستقطب، مثل ذوبان اليود في رابع كلوريد الكربون

علل / كلوريد الصوديوم سريع الذوبان في الماء بينما لا يذوب في النفط الأبيض ؟

- ج / لانه مركب صلب ايوني (قطبي) والماء مذيب قطبي بينما النفط الأبيض مادة غير قطبية ، حيث تزداد الذوبانية عند تشابه جزيئات المذاب في التركيب والخواص الكهربائية لجزيئات المذيب (الشبيه يذيب الشبيه)

3- الضغط

- ان ذوبانية المواد الصلبة او السائلة لا تتأثر تأثيراً ملحوظاً بتغير الضغط
- تؤدي زيادة الضغط للغازات الى زيادة ذوبانية الغازات

عزيزي الطالب

ان هذه الملزمة التي بين يديك هي نفس الملزمة التي يعتمد عليها مدرس المادة في تدريسه الخصوصي حيث هي خلاصة جهد الاستاذ وهي خاضعة للتنقيح والتجديد المستمر من قبل مدرس المادة فاطلب النسخة الاصلية من

مكتب الشمس حصراً



العوامل المؤثرة في سرعة ذوبان المادة (ولا تؤثر في الذوبانية)

① حجم دقائق المذاب . ② التحريك والرج ③ درجة الحرارة

1- حجم دقائق المذاب / ان عملية الذوبان تحصل للسطح الخارجي لكل دقيقة من دقائق المذاب والتي هي بحالة تماس مع المحلول

علل / عند طحن دقائق المذاب تزداد سرعة الذوبان ؟

ج / لان طحن دقائق المذاب وجعلها بحجوم اصغر (**مسحوق**) يزيد من المساحة السطحية الكلية لهذه الدقائق (مساحة التماس مع المحلول) مما يؤدي الى زيادة معدل سرعة الذوبان

● **ملاحظة /** نتيجة زيادة درجة حرارة المياه تقل ذوبانية الغازات مثل CO_2 و O_2 ويؤدي نقصان ذوبان O_2 ومن ثم استنزافه في الماء الى موت الكائنات الحية وهذا يسمى (**بالتلوث الحراري**)

2- التحريك والرج / تؤدي عملية التحريك او الرج الى تعريض سطح دقائق المذاب الى دفعات جديدة من المذيب بشكل مستمر وهذا يؤدي الى زيادة معدل سرعة الذوبان.

3- درجة الحرارة

علل / يؤدي ارتفاع درجة الحرارة الى زيادة سرعة وقابلية الذوبان للمواد الصلبة والسائلة ؟

ج / لانها تؤدي الى زيادة في حركة مكونات المحلول من خلال زيادة طاقتها الحركية واحداث تيارات الحمل الحراري فيها وبذلك يكون لها نفس تاثير عملية التحريك الميكانيكية

علل / تقل قابلية وسرعة ذوبان الغازات بزيادة درجة الحرارة ؟

ج / لان زيادة درجة الحرارة تزيد من الطاقة الحركية لجزيئات الغاز مما يؤدي الى التغلب على قوى الترابط البينية التي تربط جزيئات الغاز بمكونات المحلول وبذلك تستطيع الهروب من المحلول.

المحلول الحقيقي / هو محلول متجانس حيث تتوزع (**تذوب**) فيه دقائق المذاب (**جزيئة او ايون**) توزيعا متجانسا في انحاء المذيب ولا تنفصل عن المحلول مثل محلول كلوريد الصوديوم في الماء او محلول السكر في الماء.

خواص المحلول الحقيقي / ① قطر دقيقة المذاب (**الحبيبة**) اصغر من 1.0 nm (0.1–1.0 nm)

② تمر دقائق المذاب من خلال المرشح الدقيق ③ لا يمكن تمييزها بالمجهر ④ لها قدره عالية على الانتشار

الأنظمة الغروية (المحاليل الغروية) / نظام غير متجانس ذو طورين (**صلب وسائل**) لا تنفصل فيه دقائق المذاب بالترسيد، وهي حالة بين المحاليل الحقيقية والعوالق حيث يكون فيه حجم الدقائق وسطا بين حجم دقائق (**جزيئات وايونات**) المذاب في المحاليل الحقيقية وحجم دقائق العوالق مثل الحليب والماء . وتدعى ايضا الحالة الغروية او الانتشار الغروي

خواص الغرويات

① قطر دقيقة المذاب (**الحبيبة**) يتراوح بين (0.1–100nm)

② تمر دقائق المذاب من خلال اوراق الترشيح الاعتيادية ولكنها لا تمر من خلال المرشحات الدقيقة

③ يمكن التعرف عليها بواسطة المجهر الدقيق

④ لها قدره ضعيفة على الانتشار

س/ ماذا يعني تأثير تندل ؟

ج/ هي ظاهرة رؤية الضوء المشتت من قبل المحلول الغروي عند تسليط حزمة ضوئية شديدة الاضاءة عليه عند النظر اليه من زاوية عامودية نسبة لاتجاه سير الضوء الساقط (**الاشعة**) بسبب انعكاسها من على سطح الدقائق العالقة في المحلول . وهي مميزة للمحاليل الغروية .

العوالق / هي عبارة عن جسيمات صلبة عالقة في وسط سائل ، فهي انظمة مكونة من طورين مميزين

(**صلب وسائل**) يكون حجم دقائق المذاب فيها اكبر من (**100nm**) وتشكل فيه دقائق المذاب نظاما غير متجانس وغير مستقر (**اي انها حالة وقتية**) لقابلية دقائق المذاب لان تركد بفعل الجاذبية ويمكن فصلها بسهولة بالترشيح مثل عالق كلوريد الصوديوم في البنزين . وعالق الرمل في الماء .

خواص العوالق / ① قطر دقيقة المذاب اكبر من 100nm

- ② لا تمر حبيبات العوالق من خلال مسامات اوراق الترشيح الاعتيادية
③ يمكن رؤيتها بالمجهر الاعتيادي و احيانا بالعين المجردة ④ ليس لها قدره على الانتشار

قانون راؤولت / يتناسب الضغط البخاري لأي مكون في محلول مثالي تناسباً طردياً مع الكسر المولي لذلك المكون في المحلول

حيث: P_A يمثل لضغط البخاري للمكون **A** في المحلول
 X_A يمثل الكسر المولي للمكون **A**
 P_A° (ثابت التناسب) يمثل الضغط البخاري للمكون **A** النقي

$$P_B \propto X_B \rightarrow P_B = X_B P_B^\circ$$

• وينطبق الشيء نفسه على المكون الاخر (**B**) في المحلول :

$$P_T = P_A + P_B$$

• الضغط البخاري الكلي للمحلول (P_T) = مجموع الضغوط البخارية

الجزئية للمكونين (**A** و **B**) حسب قانون راؤولت

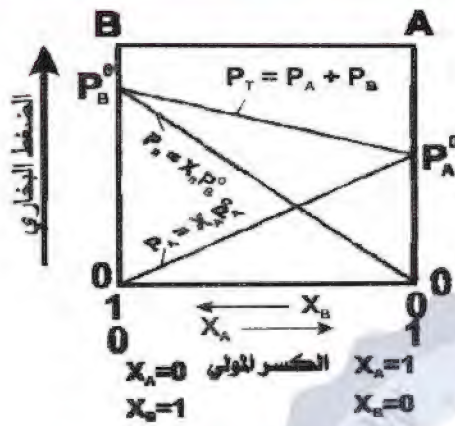
المحلول المثالي / وهو المحلول الذي ينطبق عليه قانون راؤولت . حيث يحتوي على اكثر من مكون (متطاير) مثل (**A** و **B**)

متشابهين في الخواص ويسلك فيه كل مكون سلوكا كما لو كان نقياً . (اي ان فعالية (**a**) كل مكون من مكوناته مساو للكسور المولية في الظروف المختلفة ($a_B = X_B$ و $a_A = X_A$) مثل مزيج الهبتان والاوكتان او مزيج التولوين والبنزين .

المحلول غير المثالي (الحلول الحقيقي) / وهو المحلول الذي لا ينطبق عليه قانون راؤولت . حيث لا يسلك فيه المكون سلوكا كما لو كان نقياً .

ملاحظة / تسلك المحاليل الحقيقية سلوكا مثاليا عند اقتراب تركيز المذابات فيها من الصفر

اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصرا



س/ ارسم بمخطط قانون راؤولت لحلول مثالي
مكون من مكونين متطايرين (A و B) بين
منحنيات الضغط البخاري الكلي والجزئي ؟

ج

مثال/ عند درجة حرارته 40°C يكون الضغط البخاري لكل من الهبتان النقي والاوكتان النقي هو **92Torr** و **31Torr** على التوالي. احسب الضغط البخاري لكل مكون في المحلول والضغط البخاري الكلي لحلول مكون من مزج **1 mole** من الهبتان و **4 mole** من الاوكتان

الحل/ نكتب قانون راؤولت : $P_A = X_A P_A^0$. نرمز للهبتان بالحرف **H** وللاوكتان بالحرف **O** .
يحسب اولاً الكسر المولي للهبتان (X_H) والاوكتان (X_O) في المحلول

$$X_H = \frac{n_H}{n_H + n_O} = \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ mol} + 4 \text{ mol}} = 0.2$$

وبما ان مجموع الكسور المولية لمكونات المحلول يساوي الواحد الصحيح فعليه يساوي (X_O) الى :

$$X_O = 1 - X_H = 1 - 0.2 = 0.8$$

وبتطبيق قانون راؤولت للمكونات المتطايرة نحصل :

$$P_H = X_H P_H^0 = (0.2)(92\text{Torr}) = 18.4 \text{ Torr}$$

$$P_O = X_O P_O^0 = (0.8)(31\text{Torr}) = 24.8 \text{ Torr}$$

$$P_T = P_H + P_O = 18.4 \text{ Torr} + 24.8 \text{ Torr} = 43.2 \text{ Torr}$$

تمرين (10-4)

الضغوط البخارية للبنزين (C_6H_6) والتولوين (C_7H_8) النقيتين هي **44.5 Torr** و **88.7 Torr** في درجة حرارة معينة. تم تحضير محلول مثالي عند نفس درجة الحرارة بمزج **60g** من البنزين مع **40g** من التولوين. احسب الضغط البخاري للبنزين والتولوين في المحلول والضغط البخاري الكلي. الكتل الذرية لـ ($\text{C} = 12$, $\text{H} = 1$) ؟

الحل/ نرمز للبنزين بالحرف **B** و للتولوين بالحرف **L** ، نحسب الكسر المولي للبنزين X_B والتولوين X_L في المحلول

$$M_{(\text{C}_6\text{H}_6)} = 12 \times 6 + 1 \times 6 = 78 \frac{\text{g}}{\text{mol}} , M_{(\text{C}_7\text{H}_8)} = 12 \times 7 + 1 \times 8 = 92 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n_B = \frac{m(\text{g})}{M(\text{g/mol})} = \frac{60 \text{ (g)}}{78 \text{ (g/mol)}} = 0.77 \text{ mol } \text{C}_6\text{H}_6 , n_L = \frac{40 \text{ (g)}}{92 \text{ (g/mol)}} = 0.43 \text{ mol } \text{C}_7\text{H}_8$$

$$X_B = \frac{n_B}{n_B + n_L} = \frac{0.77 \text{ (mol)}}{0.77 \text{ (mol)} + 0.43 \text{ (mol)}} = 0.64$$

$$X_B + X_L = 1 \Rightarrow X_L = 1 - X_B = 1 - 0.64 = 0.36$$

نحسب الضغط البخاري للبنزين والتولوين في المحلول باستخدام قانون راؤولت

$$P_B = X_B P_B^0 = (0.64)(44.5 \text{ Torr}) = 28.48 \text{ Torr} , P_L = X_L P_L^0 = (0.36)(88.7 \text{ Torr}) = 31.93 \text{ Torr}$$

$$P_T = P_B + P_L = 28.48 \text{ Torr} + 31.93 \text{ Torr} = 60.41 \text{ Torr}$$

الصفات الجمعية / هي الصفات الفيزيائية للمحلول التي تعتمد على عدد دقائق المذاب فقط (جزيئات او ايونات) وليس على نوع تلك الدقائق في كمية معينة من المذيب.

• عند اذابة مادة مذابة (سائل غير متطاير او صلب) مثل السكر في مذيب مثل الماء فان ذلك يؤدي الى تأثر صفات المذيب السائل (الصفات الجمعية) والتي تتناسب قيمتها طرديا مع عدد دقائق المذاب الموجودة .

وهذه الصفات هي:

- ① انخفاض الضغط البخاري للمحلول
- ② ارتفاع درجة غليان المذيب
- ③ انخفاض درجة انجماد المذيب
- ④ الضغط الأزموزي

ملاحظة / تعتمد جميع الصفات الجمعية اعلاه على التركيز الكلي لدقائق المذاب بغض النظر عن الطبيعة الايونية او الجزيئية او الشحنة او الحجم

1- انخفاض الضغط البخاري للمحلول

الضغط البخاري / مقياس ميل السائل للتبخر ويتغير طرديا مع درجة الحرارة.

• يعتمد الضغط البخاري للسائل على مدى السهولة التي يمكن لجزيئاته ان تهرب (تفلت) من سطح السائل.

علل / عند اذابة مذاب (سائل غير متطاير او صلب مثل السكر في سائل مذيب) مثل الماء ينخفض

الضغط البخاري للمحلول (محلول سكري) ؟

ج / لان قسم من حجم المحلول سوف يشغل من قبل جزيئات المذاب وبذلك تصبح عدد جزيئات المذيب اقل عند سطح السائل ، فيقل عدد الجزيئات التي تهرب من سطح السائل فينخفض الضغط البخاري للمحلول.

علل / عند اذابة كميات جزيئية (مولات) متساوية من مواد غير الكتروليتية مختلفة في كميات

متساوية من مذيب معين يحصل انخفاض متساوي في الضغط البخاري للمذيب ؟

ج / لان مقدار الانخفاض في الضغط البخاري لمذيب يعتمد على عدد الجزيئات المذابة وليس على الطبيعة الكيميائية للمذاب.

2- ارتفاع درجة غليان المذيب

درجة الغليان لسائل / هي درجة الحرارة التي يتساوى عندها الضغط البخاري للسائل مع الضغط المسلط على سطحه

• اذا سخن السائل في وعاء مفتوح سيصبح الضغط الجوي هو الضغط المسلط على سطح السائل

علل / ارتفاع درجة غليان المذيب (السائل) عندما يذاب فيه مذاب غير متطاير ؟

ج / لان المذاب يقلل من الضغط البخاري للمذيب لذا يسخن المحلول الى درجة حرارية اعلى من تلك التي تكون لازمة

للمذيب النقي للوصول بالضغط البخاري الى قيمة مساوية للضغط الجوي، وبذلك ترتفع درجة غليان السائل.

• **حساب مقدار الارتفاع في درجة غليان مذيب (سائل) بوجود مذاب غير متطاير /**

حسب قانون راؤولت فان مقدار الارتفاع في درجة غليان مذيب (سائل) يتناسب طرديا مع عدد مولات المذاب المذابة في كيلوغرام واحد من المذيب (المولالية).

$$\Delta T_b \propto m \rightarrow \Delta T_b = K_b m$$

اي ان: مقدار الارتفاع في درجة الغليان = ثابت (K_b) × مولالية المحلول (m)

(ΔT_b) : تمثل الارتفاع في درجة غليان المذيب

(درجة غليان المحلول - درجة غليان المذيب النقي) ووحدته : $(^{\circ}\text{C})$

(m) : تمثل التركيز المولالي للمذاب

(K_b) : تمثل ثابت التناسب (ويسمى ثابت ارتفاع درجة الغليان المولالي) .

وتتغير قيمته بتغير نوع المذيب ولا تعتمد قيمته على نوع المذاب . ووحداته هي $(^{\circ}\text{C}/m)$

تعريف (K_b) : يمثل التغير الحاصل في درجة غليان محلول مثالي يحتوي على مذاب غير متطاير وغير متاين

ملاحظة / ان قيمة $0.512 (^{\circ}\text{C}/m)$ هي مقدار الارتفاع في درجة الغليان الناتج من اذابة 1 مول من المذاب في

كيلوغرام واحد من الماء .

س / اثبت ان : $\Delta T_b(^{\circ}\text{C}) = K_b(^{\circ}\text{C}/m) \times \frac{m_2(\text{g}) \times 1000 (\text{g/Kg})}{M_2(\text{g/mol}) \times m_1(\text{g})}$

الحل $m = \frac{n_2 (\text{mol}) \text{ Solu}}{m_1 (\text{kg}) \text{ SolV}}$

(n_2 عدد مولات المذاب Solute) (m_1 كتلة المذيب Solvent)

$n_2 = \frac{m_2(\text{g})}{M_2(\text{g/mol})}$ عدد مولات المذاب مساوية الى

حيث m_2 كتلة المذاب بوحدة (g) (M_2) الكتلة المولية للمذاب بوحدة (g/mol)

يتم تحويل كتلة المذيب (m_1) من وحدة g الى وحدة (Kg) $m_1(\text{Kg}) = m_1(\text{g}) \times \frac{1(\text{Kg})}{1000 (\text{g})} = \frac{m_1(\text{g})}{1000(\text{g/Kg})}$

وبالتعويض في قانون المولالية نحصل على : $m = \frac{\frac{m_2(\text{g})}{M_2(\text{g/mol})}}{\frac{m_1(\text{g})}{1000 (\text{g/Kg})}} = \frac{m_2(\text{g}) \times 1000 (\text{g/Kg})}{M_2(\text{g/mol}) \times m_1 (\text{g})}$

وبما انه $\Delta T_b = K_b \cdot m$ وعليه يكون الارتفاع في درجة الغليان (ΔT_b) مساوي الى :

$$\Delta T_b(^{\circ}\text{C}) = K_b(^{\circ}\text{C}/m) \times \frac{m_2(\text{g}) \times 1000 (\text{g/Kg})}{M_2(\text{g/mol}) \times m_1(\text{g})}$$

مثال/ ما هي درجة غليان محلول مائي للسكروز تركيزه $1.25 m$ ؟ علما ان درجة غليان الماء النقي 100°C

وثابت ارتفاع درجة الغليان المولالي للماء $0.512^{\circ}\text{C}/m$

الحل / نستخدم العلاقة $\Delta T_b = K_b \cdot m$ لايجاد مقدار الزيادة اولا ثم تضاف هذه الزيادة الى درجة غليان الماء النقي :

$\Delta T_b = (0.512^{\circ}\text{C}/m)(1.25m) = 0.640^{\circ}\text{C}$ وهذا يعني ان المحلول سوف يغلي بدرجة حرارة اعلى من

درجة غليان الماء النقي بمقدار 0.640°C ولذلك فان درجة غليان المحلول سوف تكون :

$$100^{\circ}\text{C} + 0.640^{\circ}\text{C} = 100.640^{\circ}\text{C}$$

تمرين (11-4)

عند اذابة 0.15g من مادة في 15g من مذيب ، ترتفع درجة غليان المذيب بمقدار 0.216°C من درجة غليان المذيب النقي. ما الكتلة المولية للمذاب اذا علمت ان ثابت ارتفاع درجة الغليان المولي للمذيب تساوي 2.16 °C/m ؟

الحل / المعطيات / m_2 0.15g (مذاب) ، m_1 15g (مذيب) ، ΔT_b 0.216°C ، K_b 2.16 °C/m
المطلوب / M_2 (مذاب)

الطريقة الاولى / $\Delta T_b(^{\circ}\text{C}) = K_b(^{\circ}\text{C/m}) \times \frac{m_2(\text{g}) \times 1000 (\text{g/Kg})}{M_2(\text{g/mol}) \times m_1(\text{g})}$

$$M_2(\text{g/mol}) = \frac{k_b(^{\circ}\text{C/m}) \times m_2(\text{g}) \times 1000 (\text{g/Kg})}{\Delta T_b(^{\circ}\text{C}) \times m_1(\text{g})}$$

$$M_2 = \frac{2.16 (^{\circ}\text{C/m}) \times 0.15(\text{g}) \times 1000 (\text{g/Kg})}{0.216(^{\circ}\text{C}) \times 15(\text{g})} = \frac{324}{3.24} = 100 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 100 \text{ g/mol}$$

$$100 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \frac{100\text{g}}{\frac{\text{mol}}{\text{Kg}} \times \text{Kg}} = 100 \text{ g/mol} \quad \text{توضيح}$$

الطريقة الثانية / نحسب اولاً m (المولية) ثم n_2 (مولات المذاب) نستخرج الكتلة المولية للمذاب M_2
 $\Delta T_b = K_b \cdot m \rightarrow m = \frac{\Delta T_b}{K_b} = \frac{0.216^{\circ}\text{C}}{2.16^{\circ}\text{C/m}} = 0.1m$

$$m_1(\text{Kg}) = \frac{15(\text{g})}{1000 (\text{g/Kg})} = 0.015 \text{ Kg} \quad \text{نحول كتلة المذيب } m_1 \text{ من g الى Kg لنعوضها في علاقة المولية}$$

$$m(\text{mol/Kg}) = \frac{n_2(\text{mol})}{m_1(\text{Kg})} \rightarrow n_2 = m(\text{mol/Kg}) \times m_1(\text{Kg}) \rightarrow n_2 = 0.1 (\text{mol/Kg}) \times 0.015 (\text{Kg}) = 0.0015 \text{ mol}$$

$$n_2(\text{mol}) = \frac{m_2(\text{g})}{M_2(\text{g/mol})} \rightarrow M_2 = \frac{m_2(\text{g})}{n_2(\text{mol})} = \frac{0.15 (\text{g})}{0.0015 (\text{mol})} = 100 \text{ g/mol} \quad \text{(الكتلة المولية للمذاب)}$$

3- انخفاض درجة انجماد المذيب

درجة الانجماد (نقطة الانجماد) / هي درجة الحرارة التي عندها تصبح قوى التجاذب بين الجزيئات اكبر بقليل من القوى اللازمة للتغلب على طاقتها الحركية وعندها يتحول الطور من السائل الى الطور الصلب.

نقطة الانجماد (الذوبان) / هي درجة الحرارة التي عندها يصبح طوراً المادّة الصلب والسائل في حالة اتزان

- تقل سرعة حركة جزيئات السائل وتقترب بعضها من البعض الاخر عند نقصان درجة الحرارة.
- عند تجمد محلول مخفف يتصلب المذيب اولاً تاركاً المذاب في محلول اكثر تركيزاً

علل / انخفاض درجة انجماد المذيب السائل (في المحلول) عند وجود مذاب فيه؟

ج / لان وجود دقائق المذاب بين جزيئات المذيب في المحلول تجعل جزيئات المذيب ابعد بعض الشيء بعضها عن البعض الاخر مقارنة في حالة المذيب النقي وبالتالي يعرقل من تقارب جزيئات السائل المذيب فعند درجة الانجماد الاعتيادية للسائل لا تقترب جزيئاته حد انجماده ولتقريب جزيئات المذيب اكثر من بعضها البعض يجب خفض درجة الحرارة الى اقل من درجة الانجماد الاعتيادية

• حساب مقدار الانخفاض في درجة انجماد مذيب (سائل) بوجود مذاب غير الكتروليتي /

مقدار الانخفاض في درجة الانجماد ΔT_f = ثابت $K_f \times$ مولالية المحلول m

$$\Delta T_f = K_f m$$

اي ان : (ΔT_f) : تمثل مقدار الانخفاض في درجة الانجماد ،

وتساوي (درجة انجماد المذيب النقي - درجة انجماد المحلول) ووحدته $(^{\circ}\text{C})$

(m) : تمثل التركيز المولالي للمحلول

(K_f) : تمثل ثابت انخفاض درجة الانجماد المولالي ، وحدتها $(^{\circ}\text{C}/m)$

تعريف (K_f) : هو الانخفاض الحاصل في درجة انجماد المذيب في محلول مثالي لمادة غير الكتروليتية تركيزه واحد مولالي

ملاحظة /

• للماء النقي (مذيب نقي) درجة غليان (100°C) ودرجة انجماد (0°C)

• بصورة عامة يعتمد ارتفاع درجة غليان وانخفاض درجة انجماد محلول على طبيعة المذيب وتركيزه دقائق المذاب.

• وبشكل مشابه لعلاقة الارتفاع في درجة الغليان

$$\Delta T_f(^{\circ}\text{C}) = K_f(^{\circ}\text{C}/m) \times \frac{m_2(\text{g}) \times 1000 (\text{g/Kg})}{M_2(\text{g/mol}) \times m_1(\text{g})}$$

تصبح ΔT_f مساوية الى :
حيث m_2 كتلة المذاب ، M_2 الكتلة المولية للمذاب ، m_1 كتلة المذيب

مثال / عند اذابة 15g من الكحول الايثيلي (الكتلة المولية = 46 g/mole) في 750g من حامض الفورميك ،

اصبحت درجة انجماد المحلول 7.21°C فاذا علمت ان درجة انجماد حامض الفورميك النقي 8.4°C احسب

قيمة K_f لهذا الحامض

الحل / نجد قيمة ΔT_f = درجة انجماد المذيب النقي - درجة انجماد المحلول

$$\Delta T_f = 8.4^{\circ}\text{C} - 7.21^{\circ}\text{C} = 1.19^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_f(^{\circ}\text{C}) = K_f(^{\circ}\text{C}/m) \times \frac{m_2(\text{g}) \times 1000 (\text{g/Kg})}{M_2(\text{g/mol}) \times m_1(\text{g})}$$

$$K_f = \frac{\Delta T_f(^{\circ}\text{C}) \times M_2(\text{g/mol}) \times m_1(\text{g})}{m_2(\text{g}) \times 1000 (\text{g/Kg})} = \frac{1.19(^{\circ}\text{C}) \times 46(\text{g/mol}) \times 750(\text{g})}{15(\text{g}) \times 1000 (\text{g/Kg})} = 2.74^{\circ}\text{C} \times \frac{\text{Kg}}{\text{mol}} = \boxed{2.74 (^{\circ}\text{C}/m)}$$

مثال / اذيب 1.2g من مركب تساهمي مجهول في 50g من البنزين ، ووجد ان درجة انجماد المحلول اصبحت

4.92°C احسب الكتلة المولية للمركب المجهول اذا علمت ان درجة انجماد البنزين النقي تساوي 5.48°C

وقيمة K_f له تساوي $5.12^{\circ}\text{C}/m$

الحل / ΔT_f = درجة انجماد المذيب النقي - درجة انجماد المحلول

$$\Delta T_f = 5.48^{\circ}\text{C} - 4.92^{\circ}\text{C} = 0.56^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_f(^{\circ}\text{C}) = K_f(^{\circ}\text{C}/m) \times \frac{m_2(\text{g}) \times 1000 (\text{g/Kg})}{M_2(\text{g/mol}) \times m_1(\text{g})}$$

$$M_2(\text{g/mol}) = \frac{5.12(^{\circ}\text{C}/m) \times 1.2(\text{g}) \times 1000(\text{g/Kg})}{0.56(^{\circ}\text{C}) \times 50 (\text{g})} = 219.4 \frac{\text{g}}{\text{m.Kg}} = \boxed{219.4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

تمرين (4-12)

ما درجة انجماد محلول مائي ذي تركيز 0.05m لذاب غير الكتروليتي ؟ علما ان ثابت انخفاض درجة الانجماد المولي للماء $1.86^{\circ}\text{C}/\text{m}$

الحل / لايجاد درجة انجماد المحلول يجب استخراج الانخفاض في درجة الانجماد ΔT_f ودرجة انجماد المذيب النقي (الماء).
درجة انجماد الماء النقي 0°C

$$\Delta T_f(^{\circ}\text{C}) = K_f(^{\circ}\text{C}/\text{m}) \times m (\text{m}) = 1.86(^{\circ}\text{C}/\text{m}) \times 0.05 (\text{m}) = 0.093^{\circ}\text{C}$$

ΔT_f = درجة انجماد المذيب النقي (الماء) - درجة انجماد المحلول المائي

درجة انجماد المحلول المائي = درجة انجماد المذيب النقي (الماء) - ΔT_f

$$-0.093^{\circ}\text{C} = 0.093^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C} =$$

ملاحظة / تكون قيم ΔT_b و ΔT_f موجبة

4- الضغط الأزموزي

الأزموزية / هي عملية تلقائية تمر فيها جزيئات المذيب خلال غشاء شبه ناضج (شبه نافذ يسمح بمرور جزيئات المذيب ولا يسمح بمرور جزيئات المذاب) يفصل بين محلولين ، من المحلول ذي التركيز الواطيء (مثل الماء) الى المحلول ذي التركيز العالي من المذاب (مثل محلول السكر)

- قد يمكن لجزيئات المذيب ان تمر من خلال الغشاء شبه النافذ بكلالاتجاهين ولكن معدل سرعة مرورها باتجاه المحلول المركز تكون اكبر من معدل سرعة مرورها بالاتجاه المعاكس وعند زياد الفرق بين تركيزي المحلولين (في بداية العملية) يزداد الفرق بين معدل السرعتين (تناسب طردي)



س / وضع مع الرسم بتجربة لوصف ظاهرة (خاصية) الأزموزية ؟

ج / بسبب الخاصية الأزموزية تستمر جزيئات المذيب (الماء) في العبور من خلال الغشاء الى المحلول السكري حيث يلاحظ استمرار ارتفاع مستوى سطح السائل لحين بلوغ قيمة الضغط الهيدروستاتيكي (المتولد بسبب وزن المحلول في العمود) مقداراً كافياً لدفع جزيئات المذيب (الماء) وجعلها تمر من خلال الغشاء بعكس الاتجاه (من المحلول السكري الى الماء) وبمعدل سرعة مساوٍ لمعدل سرعة دخولها من جهة المحلول المخفف (اييقاف عملية التنافذ) ويدعى الضغط المسلط على المحلول السكري لاييقاف التنافذ بالضغط الأزموزي.

الضغط الأزموزي / هو الضغط اللازم (المتولد بسبب وزن المحلول في العمود) لدفع جزيئات المذيب وجعلها تمتد من خلال الغشاء شبه النافذ الذي يفصل بين محلولين بعكس الاتجاه وبمعدل سرعة مساوٍ لمعدل سرعة دخولها من جهة المحلول المخفف وبالتالي فهو الضغط الكافي لاييقاف عملية التنافذ (اييقاف الأزموزية)

ملاحظة / ان المذيب في حجرة المذيب (الماء) لا يخضع لأي تغيير في الضغط او درجة الحرارة او تركيز المذاب.



علل / يعتبر الضغط الأزموزي من الصفات الجمعية (الترابطية) ؟

ج / لأنه يعتمد على عدد (وليس نوع) جزيئات المذاب الموجود في المحلول

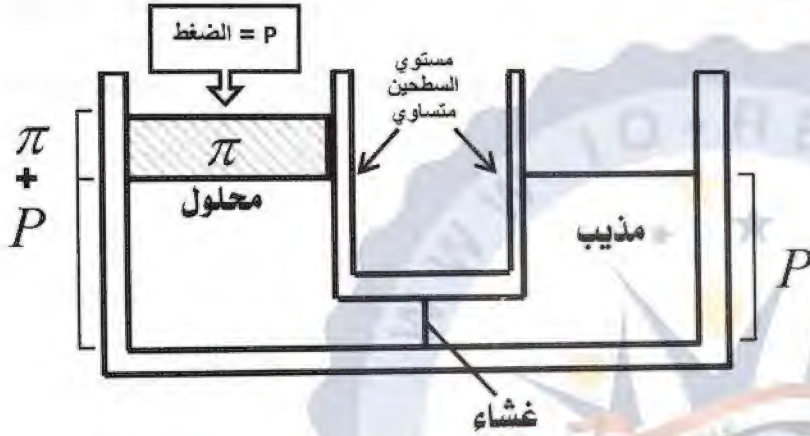
س / كيف يمكن قياس مقدار الضغط الأزموزي ؟

ج / وذلك بتسليط ضغط خارجي

مساوي للضغط الأزموزي للمحلول

(ضغط يكون كافياً لمنع عملية التنافذ .

وهو ضغط صغير جداً)



حساب الضغط الأزموزي / يمكن حساب الضغط الأزموزي باستخدام

$$P = \frac{nRT}{V}$$

علاقة رياضية تشبه القانون العام للغازات ،

$$\pi = \frac{nRT}{V}$$

مع ابدال رمز الضغط P بالرمز π والذي يشير الى الضغط الأزموزي ،

(n) عدد مولات المذاب الموجودة في حجم من المحلول مقداره V(L)

(R) ثابت الغازات العام (0.0821 L.atm/mol.K) ، (T) درجة حرارته كلفن (مطلقة)

وبما ان $M = \frac{n}{V}$ (المولارية) فتصبح العلاقة : $\pi = MRT$ يلاحظ من العلاقة اعلاه :

① ان الضغط الأزموزي π يزداد بزيادة درجة الحرارة T (زيادتها تزيد من تصادم جزيئات المذيب بالغشاء في وحدة الزمن)

② يزداد الضغط الأزموزي بزيادة مولارية (M) المحلول والتي تؤثر على عدد جزيئات المذيب التي تصدم الغشاء من كلتا الجهتين ، فزيادة M تؤدي الى زيادة القوة الدافعة لحركة جزيئات المذيب بالاتجاه الذي يقلل من الفرق في التركيز (اي اتجاهه من التركيز الواطيء الى التركيز العالي من المذاب) ويؤدي الى تخفيف المحلول وزيادته عشوائيته

مكتب الشمس

اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصراً

خلاصة قوانين الفصل الرابع

 m_2 كتلة المذاب ، m_1 كتلة المذيب ،

$$m_T = m_1 + m_2$$

 n_2 عدد مولات المذاب ، M_2 الكتلة المولية للمذاب.

التعبير عن التركيز:

أولاً: ① النسبة المئوية الكتلية للمذاب

$$\% = \frac{m_2(g)}{(m_1 + m_2)(g)} \times 100\% , \% = \frac{m_2(g)}{m_T(g)} \times 100\%$$

② التركيز المولالي m

$$m_{(mol/Kg)} = \frac{n_{(mol)} \text{ مذاب}}{m_{(Kg)} \text{ مذاب}} = \frac{m_{(g)} \text{ مذاب}}{M_{(g/mol)} \text{ مذاب}} \times \frac{1}{m_{(Kg)} \text{ مذاب}}$$

$$m_{(mol/Kg)} = \frac{m_{(g)} \text{ مذاب}}{M_{(g/mol)} \text{ مذاب}} \times \frac{1000}{m_{(g)} \text{ مذاب}}$$

يمكن ان نستخرج من هذه العلاقة عدد مولات المذاب او المذيب

الكتلة المولية لمركب $M =$ الكتلة الذرية للعنصر الاول \times عدد ذراته + الكتلة الذرية للعنصر الثاني \times عدد ذراته + ...

③ الكسر المولي X (اذا كان المحلول يحتوي مكونين)

$$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}, X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$
$$X_A + X_B = 1$$

ثانياً : التركيز المولاري M

$$M_{(mol/L)} = \frac{n_{(mol)}}{V_{(L)}}, M_{(mol/L)} = \frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}} \times \frac{1}{V_{(L)}}$$

$$M_{(mol/L)} = \frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}} \times \frac{1000}{V_{(mL)}}$$

قانون التخفيف: $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$ (بعد التخفيف) (قبل التخفيف)

ملاحظة /

① يطبق قانون التخفيف لحلول مادة واحدة

خففت بالماء بعد ان كانت مركزة

② يجب ان تتساوى كل من وحدات M و V في كلا الطرفينقانون راؤولت (لمكونين A و B)

$$\left. \begin{array}{l} P_A = X_A P_A^o \\ P_B = X_B P_B^o \end{array} \right\} P_T = P_A + P_B$$

$$\Delta T_b = K_b \cdot m$$

$$\Delta T_b(^{\circ}C) = K_b(^{\circ}C/m) \times \frac{m_2(g) \times 1000 (g/Kg)}{M_2(g/mol) \times m_1(g)}$$

 ΔT_b = درجة غليان المحلول - درجة غليان المذيب النقي

$$\Delta T_f = K_f \cdot m$$

$$\Delta T_f(^{\circ}C) = K_f(^{\circ}C/m) \times \frac{m_2(g) \times 1000 (g/Kg)}{M_2(g/mol) \times m_1(g)}$$

 ΔT_f = درجة انجماد المذيب النقي - درجة انجماد المحلولالضغط الأزموزي π :

$$\pi = \frac{nRT}{V}, \pi = MRT$$

اسئلة الفصل الرابع وحلولها

الكتل الذرية: C=12 ، H=1 ، O=16 ، Na=23 ، Cl=35.5 ، K=39 ، S=32

1- 4 / اعط امثلة لمحاليل مكونة مما يأتي :

(أ) مذاب صلب في مذيب سائل ؟	(ب) مذاب غاز في مذيب سائل ؟	(ج) مذاب غاز في مذيب غاز ؟
ج / السكر في الماء	ج / الاوكسجين في الماء	ج / النتروجين في الهواء الجوي
(د) مذاب سائل في مذيب سائل ؟	(هـ) مذاب صلب في مذيب صلب ؟	
ج / الايثانول في الماء	ج / سبيكة الفولاذ غير القابلة للصدأ	

2- 4 / ناقش العبارة التالية: ان الحرارة التي تنتج او التي تستهلك خلال عملية الاذابة هي عامل مهم في تحديد ذوبان او عدم ذوبان المذاب ، ما هو العامل الاخر المهم؟ وكيف يؤثر في العملية ؟

ج / لان الطاقة الحرارية هي التي تساعد على كسر الأواصر المكونة لجزيئات المذاب وهي بذلك عامل مهم. أما العامل المهم الاخر فهو قوى التآثر (تجاذب أو تنافر) بين جزيئات المذاب وجزيئات المذيب. فعند مزج مذيب مع مذاب لتحضير محلول ، فان كل جزيئة من جزيئات المذيب سوف تتآثر مع جزيئات المذيب المشابهة لها اضافة لتآثرها مع جزيئات المذاب نفسه ويمكن قول الشيء نفسه بالنسبة لجزيئات المذاب . ومقدار قوة التآثرات هذه هي التي تحدد مقدار الذوبانية والسهولة التي تتم بها عملية الذوبان.

3- 4 / عرف كل مما يأتي: الكسر المولي لمكون ما في المحلول، قانون راؤولت ، الضغط الأزموزي ، المحلول المشبع ج / راجع الملزمة

4- 4 / كم هي عدد غرامات ملح الطعام اللازم اذابتها في 40mL من الماء للحصول على محلول ملحي تكون فيه النسبة المئوية بالكتلة للملح 15% ؟ (كثافة الماء = 1Kg/L)

ج / نحول وحدة الكثافة من Kg/L الى g/mL

$$\rho_{(g/mL)} = 1 \frac{Kg}{L} \times \frac{10^3 g/Kg}{10^3 mL/L}$$

$$= 1 \times 10^3 \times 10^{-3} = 1 \text{ g/mL} \quad \text{كثافة الماء}$$

$$\rho = \frac{m(g)}{V(mL)}$$

$$m_1 = \rho_{(g/mL)} \times V(mL)$$

$$= 1 \frac{g}{mL} \times 40(mL) = 40 \text{ g} \quad \text{كتلة المذيب (الماء)}$$

$$\%NaCl = \frac{m_2(g)}{(m_1+m_2)(g)} \times 100\%$$

$$m_2 = \frac{\%NaCl \times (m_1 + m_2) g}{100\%}$$

$$m_2 = \frac{\%15 \times (40g + m_2)}{100\%} = \frac{600g + 15m_2}{100}$$

$$100m_2 - 15m_2 = 600g$$

$$m_2 = \frac{600g}{85} = 7.06 \text{ g} \quad \text{عدد غرامات ملح الطعام}$$

5- 4 / كيف يحضر 250mL من محلول حامض الهيدروكلوريك المخفف بتركيز 0.5M من محلول الحامض المركز ذو التركيز 12M ؟ اشرح ذلك مستعينا بالحسابات المطلوبة

ج / بما ان العملية هي تحضير حامض مخفف من حامض مركز (اي تخفيف المحلول) لذا نستخدم قانون التخفيف

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2 \rightarrow V_1 \times 12M = 250mL \times 0.5M \rightarrow V_1 = \frac{250mL \times 0.5M}{12M} = 10.4 \text{ mL}$$

(قبل التخفيف) (بعد التخفيف)



وهو حجم محلول الحامض المركز اللازم لتحضير محلول مخفف منه حجمه 250 mL (حيث يتم تحويل هذا الحجم من محلول الحامض المركز بشكل تام الى دورق حجمي سعة 250mL ثم يتم اضافة ماء مقطر له حين بلوغ الحجم النهائي للدورق 250mL حيث يصبح تركيز المحلول الجديد 0.5mol/L

4- 6/ اذيب 60mL من ثنائي اثيل ايثر (C₂H₅)₂O في كمية كافية من الميثانول CH₃OH لتحضير محلول حجمه 300mL فاذا علمت ان كثافة الايثر هي 0.714g/mL ما هي مولارية (M) المحلول الناتج ؟

ج/ كتلة الايثر (المذاب) g $\rho_{(C_2H_5)_2O} = \frac{m(g)}{V(mL)} \rightarrow m(g) = \rho(g/mL) \times V(mL) = 0.714(g/mL) \times 60(mL) = 42.84 g$

$$M_{(C_2H_5)_2O} = 2(12 \times 2 + 1 \times 5) + 16 = 74 \frac{g}{mol}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{42.84(g)}{74 (g/mol)} = 0.579 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{0.579}{300} = 1.93 (mol/L)$$

4- 7/ اشرح . مستعينا بالحسابات اللازمة، كيف يمكنك تحضير لتر واحد من محلول كلوريد الصوديوم (NaCl) تركيزه 0.215m إذا علمت ان كثافة المحلول الناتج هي 1.01g/mL ؟

ج/ نجد عدد مولات NaCl من تعريف المولالية $m_{(mol/Kg)} = \frac{n(mol)}{1(kg)}$

$$n_{(mol)} = m_{(mol/Kg)} \times 1(kg) = 0.215 (mol/kg) \times 1(kg) = 0.215 \text{ mol}$$

ونحسب الكتلة باستخدام علاقة عدد المولات (n) والكتلة المولية

$$M_{(NaCl)} = 1 \times 23 + 1 \times 35.5 = 58.5 \text{ g/mol}$$

$$n_{(mol)} = \frac{m(g)}{M(g/mol)}$$

$$m(g) = n(mol) \times M(g/mol) = 0.215 (mol) \times 58.5 (g/mol) = 12.6 \text{ g}$$

وبذلك تصبح كتلة المحلول الكلية = كتلة الماء + كتلة كلوريد الصوديوم

$$1012.6 \text{ g} = 12.6 (g) + 1000 (g)$$

وبما ان كثافة المحلول المحضر كما ورد في السؤال تساوي (1.01 g/ml) يمكن ان نجد حجم المحلول باستخدام علاقة الكثافة :

$$\rho_{(g/ml)} = \frac{m(g)}{V(mL)}$$

$$V(mL) = \frac{m(g)}{\rho_{(g/ml)}} = \frac{1012.56 (g)}{1.01 (g/mL)} = 1002.5 \text{ ml}$$

ولكن المطلوب تحضير لتر واحد فقط من المحلول لذلك يلزم اجراء عملية تصحيح على الحسابات للحصول على لتر واحد فقط.

كتلة الملح اللازمة لتحضير لتر واحد من المحلول = كتلة الملح اللازم اذابتها في 1000 g

من الماء $\frac{1000 \text{ mL}}{1002.5 \text{ mL}} \times$ وهذه تساوي .

$$= 12.56 (g) \times \frac{1000 (mL)}{1002.5 (mL)} = 12.53 \text{ g}$$

4- 8/ تم تحضير محلول هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) وذلك بإذابة 1g منها في 100mL من

الكحول الايثيلي (C₂H₅OH) (كثافة الكحول 0.789g/mL) عبر عن تركيز المحلول الناتج بدلالة:

① التركيز المولاري ② التركيز المولالي

③ الكسر المولي لهيدروكسيد البوتاسيوم ④ النسبة المئوية بالكتلة لهيدروكسيد البوتاسيوم

③ لايجاد الكسر المولي لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH

ج / ① $M(KOH) = 39 + 16 + 1 = 56 \frac{g}{mol}$

يجب استخراج عدد مولات الكحول الايثيلي

$$n(KOH) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{1(g)}{56(g/mol)} = 0.018 \text{ mol}$$

$$X_{KOH} = \frac{n_{KOH}}{n_{KOH} + n_{C_2H_5OH}}$$

$$V(L) = \frac{100 \text{ mL}}{1000 \frac{mL}{L}} = 0.1 \text{ L}$$

$$M(C_2H_5OH) = 12 \times 2 + 1 \times 5 + 16 + 1 = 46 \frac{g}{mol}$$

$$M = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{0.018(mol)}{0.1(L)} = 0.18 \text{ M}$$

$$n_{(C_2H_5OH)} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{78.9(g)}{46(g/mol)} = 1.715 \text{ mol}$$

② نحسب كتلة المذيب (الكحول الايثيلي)

$$X_{KOH} = \frac{0.018 \text{ mol}}{0.018 \text{ mol} + 1.715 \text{ mol}}$$

$$\rho = \frac{m(g)}{V(mL)} \Rightarrow m = \rho \frac{g}{mL} \times V(mL) \Rightarrow$$

$$= \frac{0.018}{1.733} = 0.01$$

$$m_{(C_2H_5OH)} = 0.789 \frac{g}{mL} \times 100(mL) = 78.9 \text{ g}$$

$$\% KOH = \frac{m_{KOH}(g)}{(m_{KOH} + m_{C_2H_5OH})(g)} \times 100\%$$

نحول كتلة المذيب الى وحدة Kg

$$\% KOH = \frac{1 \text{ g}}{(1 + 78.9)g} = 1.25 \%$$

$$m(Kg) = \frac{78.9(g)}{1000 \frac{g}{Kg}} = 0.0789 \text{ Kg}$$

$$m = \frac{n(mol)}{m(Kg)} = \frac{0.018(mol)}{0.0789 (Kg)} = 0.228m$$

4- 9/ احسب درجة غليان المحلول المائي لتركيب ايثيلين كليكول (مادة غير متطايرة) تركيزه 2.5m (درجة

غليان الماء النقي هي 100°C) علما ان ثابت ارتفاع درجة الغليان المولالي للماء (K_b = 0.512°C/m)

ج / (مقدار الارتفاع في درجة غليان المحلول) $\Delta T_b = K_b \cdot m = 0.512^\circ C/m \times 2.5m = 1.28^\circ C$

$$\Delta T_b = \text{درجة غليان المحلول المائي} - \text{درجة غليان المذيب (الماء النقي)}$$

$$1.28^\circ C = \text{درجة غليان المحلول المائي} - 100^\circ C$$

$$\text{درجة غليان المحلول} = 100^\circ C + 1.28^\circ C = 101.28^\circ C$$

4- 10/ اذيب 3.75g من مادة غير متطايرة في 95g من الايثيون ، فازدادت درجة الغليان واصبحت

(56.50°C) بالمقارنة مع درجة غليان الايثيون النقي (55.95°C) . اذا علمت ان ثابت ارتفاع

درجة الغليان المولالي للايثيون (K_b = 1.71°C/m) ما هي الكتلة المولية للمذاب ؟

$$\Delta T_b = 56.50^\circ C - 55.95^\circ C = 0.55^\circ C \Rightarrow \Delta T_b(^\circ C) = K_b(^\circ C/m) \times \frac{m_2(g) \times 1000 (g/Kg)}{M_2(g/mol) \times m_1(g)}$$

$$M_2 = \frac{1.71 (^\circ C/m) \times 3.75g \times 1000(g/Kg)}{0.55 (^\circ C) \times 95 \text{ g}} = 122.7 \text{ g/mol}$$



11- 4 / عند طحن 0.154g من الكبريت بشكل ناعم واذابته في 4.38g من الكافور انخفضت درجة

انجماد الكافور بمقدار 5.47°C . ما الكتلة المولية للكبريت؟ وما هي صيغته الجزيئية؟ اذا علمت ان

ثابت الانخفاض في درجة الانجماد المولي للكافور ($K_f = 40^\circ\text{C/m}$)

$$\Delta T_f(^{\circ}\text{C}) = K_f(^{\circ}\text{C/m}) \times \frac{m_2(\text{g}) \times 1000 (\text{g/Kg})}{M_2(\text{g/mol}) \times m_1(\text{g})} \rightarrow 5.47(^{\circ}\text{C}) = 40(^{\circ}\text{C/m}) \times \frac{0.154(\text{g}) \times 1000 (\text{g/Kg})}{M_2(\text{g/mol}) \times 4.38(\text{g})} \quad \text{ج}$$

$$M_2 = \frac{40 (^{\circ}\text{C/m}) \times 0.154\text{g} \times 1000(\text{g/Kg})}{4.38 \text{ g} \times 5.47 ^{\circ}\text{C}} = 257.1 \frac{\text{g}}{\text{mol/Kg} \cdot \text{Kg}} = \boxed{257.1 \text{ g/mol}} \quad \text{الكتلة المولية للكبريت المطحون (المذاب)}$$

لحساب الصيغة الجزيئية للكبريت الموجود في محلول الكافور:

$$\text{عدد ذرات الكبريت في الصيغة الجزيئية} = \frac{M_2 (\text{g/mol})}{\text{الكتلة الذرية للكبريت}} = \frac{257.1 (\text{g/mol})}{32 (\text{g/mol})} = 8$$

الصيغة الجزيئية للكبريت هي S_8

12- 4 / ما هي المادة التي تسبب اعظم انخفاض في درجة الانجماد؟

<p>∴ الكافور يسبب اعظم انخفاض في درجة الانجماد لان قيمة K_f لهذا المذيب اكبر من تلك القيم لباقي المذيبات</p>	(ب) الكافور $K_f = 40$	(ا) بنزين $K_f = 5.12$
	$\Delta T_f = K_f \cdot m = 40 m$ /ج	$\Delta T_f = K_f \cdot m = 5.12 m$ /ج
	(د) الفينول $K_f = 7.4$	(ج) حامض الخليك $K_f = 3.9$
	$\Delta T_f = K_f \cdot m = 7.4 m$ /ج	$\Delta T_f = K_f \cdot m = 3.9 m$ /ج

13- 4 / جد درجة انجماد محلول محضر باذابة 1.5g من مادة كتلتها المولية تساوي 125g/mol في

30g من النيتروبنزين (درجة انجماد نيتروبنزين النقي (5.7°C) و ($K_f = 7^\circ\text{C/m}$))

$$\Delta T_f(^{\circ}\text{C}) = K_f(^{\circ}\text{C/m}) \times \frac{m_2(\text{g}) \times 1000 (\text{g/Kg})}{M_2(\text{g/mol}) \times m_1(\text{g})} = 7(^{\circ}\text{C/m}) \times \frac{1.5(\text{g}) \times 1000 (\text{g/Kg})}{125(\text{g/mol}) \times 30(\text{g})} = 2.8 \frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{mol}}{\text{mol} \cdot \text{Kg}} = \boxed{2.8 ^{\circ}\text{C}} \quad \text{ج}$$

$$\Delta T_f = \text{درجة انجماد المذيب النقي} - \text{درجة انجماد المحلول}$$

$$\Delta T_f = \text{درجة انجماد المحلول} = \text{درجة انجماد المذيب النقي} -$$

$$\boxed{2.9 ^{\circ}\text{C}} = 2.8^{\circ}\text{C} - 5.7^{\circ}\text{C} =$$

مكتب الشمس

اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصرا



واجبات

- 1/** افترض عينة من الماء مأخوذة من قاع بحيرة تحتوي على 8.5% بالكتلة من CO_2 ما هي كمية CO_2 بالفغرام الموجودة في 28.6L من المحلول المائي (كثافة المحلول 1.03g/mL) ؟ **ج / 2503.93**
- 2/** عصير يحتوي على نسبة مئوية كتلية مقدارها 11.5% من السكر . ما هو حجم العصير بالمليتر المحتوي على 85.2g من السكر (افترض كثافة المحلول تساوي 1g/mL) ؟ **ج / 740.86 mL**
- 3/** محلول يحتوي نسبة كتلية للمذاب 12% وكتلة المذيب 167.2g
احسب ① كتلة المحلول ② النسبة الكتلية للمذيب ؟ **ج / 190g , 88%**
- 4/** احسب الكتلة المولية لمادة غير الكتروليتية وغير طيارة اذا علمت ان اذابة 4g منها في 50g ماء أعطت محلولاً درجة غليانه 100.41°C ؟ (K_b للماء = 0.512°C/m) **ج / 100 g/mol**
- 5/** في درجة 25°C اذيب 2.11g من مادة غير الكتروليتية في 100g ماء حيث وجد ان درجة انجماد المحلول 0.21°C تحت الصفر. احسب الكتلة المولية للمادة ؟ (K_f للماء = 1.86°C/m) **ج / 186.72 g/mol**
- 6/** محلول ناتج من اذابة 10g من مادة كتلتها المولية 50 g/mol في 200g من الماء . احسب كتلة الماء النقي الواجب اضافته للمحلول لجعل درجة غليانه 100.26°C (K_b للماء = 0.512°C/m) **ج / 393.85 g**
- 7/** محلول مائي لمادة غير طيارة ينجمد في درجة حرارة -0.26°C جد درجة غليان هذا المحلول علماً ان الضغط المسلط عليه ثابت (K_f للماء = 1.86°C/m و K_b للماء = 0.512°C/m) ؟
- 8/** ما كتلة NaOH اللازم لتحضير نصف لتر من محلول 0.1 مولاري (الكتل الذرية : Na=23, O=16, H=1) ؟
- 9/** محلول يغلي بدرجة 100.052°C ناتج من اذابة كمية من سكر الكلوكوز في 400g من الماء
① احسب كتلة السكر اذا علمت ان كتلته المولية 180g/mol
② درجة انجماد المحلول السكري (للماء $K_b = 0.512^\circ\text{C/m}$ و $K_f = 1.86^\circ\text{C/m}$) ؟
- 10/** اذيب 4g من مذاب في الماء واكمل الحجم الى 500mL فوجد ان تركيز المحلول 0.2M احسب
① الكتلة المولية للمذاب ② كتلة الماء اللازم لاذابة 1.6g من المذاب لتحضير محلول 0.1m ؟
- 11/** ما هو مقدار الضغط الازموزي لمحلول يحتوي على 39g من الكلوكوز مذابة في لتر واحد من الماء عند درجة حرارة 25°C (الكتلة المولية للكلوكوز = 180g/mol) ؟ **ج / 5.3 atm**
- 12/** ما النسبة المئوية الكتلية لكل مكون في محلول يتكون من 40.10g من كلوريد الصوديوم و 20.20g الكحول المثيلي و 100.20g من الماء ثم احسب المولارية لكلوريد الصوديوم ، اذا علمت ان كثافة المحلول هي 1.10g/cm^3 والكتل المولية لكل من NaCl و CH_3OH هي (58.5 و 32) بوحدة g/mol على التوالي
ج / 25% , 12.5% , 62.5% , 4.7M

الفصل الخامس

الحركات الكيميائية

سرعة التفاعل/ هي مقدار التغير في تركيز احد المواد المتفاعلة او الناتجة في وحدة الزمن

اهمية معرفة سرعة التفاعل/

① التعرف على مسالك التفاعل

② اختيار المسلك الذي يزيد من كمية النواتج المطلوبة وحجب المسالك الاخرى غير المرغوبة

• في اغلب الحالات فان المعادلة الكيميائية الموزونة العامة تعطينا فكرة عامة عن المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في التفاعل ولا تعطينا تفاصيل تتعلق بسرعة التفاعل وعدد الخطوات (**المسالك**) التي يمر بها التفاعل لتكوين النواتج.

• تختص الحركات الكيميائية (**Chemical Kinetics**) بدراسة ماياتي:

① سرعة التفاعل الكيميائي وكيفية قياسها والعوامل المؤثرة عليها.

② ميكانيكية التفاعل (**مسالك التفاعل**) اي التفاعلات الاولى (**الخطوات الوسيطة**) التي تمر بها المواد المتفاعلة للوصول الى الناتج النهائي وكيفية التعبير عنها بالمعادلات الكيميائية الموزونة. فالمعادلة الكيميائية المتوازنة العامة للتفاعل غالبا هي محصلة او مجموع هذه التفاعلات الوسيطة.

علل/ تعتبر الحركات الكيميائية علما مهما ؟

ج/ لان ① معرفة سرعة التفاعل والعوامل التي تؤثر عليه مثل التركيز والضغط ودرجة الحرارة وطبيعة المواد المتفاعلة تتيح للدارسين التنبؤ عن السرعة التي سيصل اليها التفاعل في حالة التوازن. ② معرفة ميكانيكية التفاعل تمكن الدارسين من ضبط جريان التفاعل للحصول على المواد الناتجة التي يريدونها وبالكميات المطلوبة وبالطرق الاقتصادية المناسبة.

• تختلف التفاعلات الكيميائية في سرعتها فبعضها:

① تفاعلات سريعة جدا وتحصل مباشرة وفي جزء من الثانية مثل تفاعلات التعادل بين الحوامض والقواعد وتفاعلات الاحتراق.

② تفاعلات معتدلة السرعة تستغرق (**من عدة دقائق الى عدة اشهر**) مثل صدأ الحديد والتفاعلات التي تؤدي الى نضج الفواكه والخضروات.

③ تفاعلات بطيئة جدا (**عدة سنوات او ملايين السنين**) مثل التفاعلات التي تؤدي الى نمو الانسان وتقدمه في السن وتحول النباتات الميتة الى فحم.

$$\textcircled{2} \text{ قانون التخفيف } V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$\textcircled{1} \text{ قانون المولارية } M = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{mL})}$$

قياس سرعة التفاعل/

تقاس سرعة التفاعل الكيميائي من معرفة التغير في تركيز مادة متفاعلة او ناتجة في وحدة الزمن

$$\text{Rate} = \frac{\Delta[\text{ }]}{\Delta t}$$

التغير في تركيز احد المواد المتفاعلة او الناتجة

= معدل سرعة التفاعل

التغير في الزمن

Δ (دلتا) : يعني التغير (النهائي - الابتدائي)

[] (قوس مربع) : يعني التركيز المولاري بوحدة (**mol/L**) مثلا [X] يعني التركيز المولاري للمادة X



Δt : التغير في الزمن ($\Delta t = t_2 - t_1$) ووحدات الزمن (ثانية (S) او دقيقة (min) او ساعة (hr) وغيرها
Rate: سرعة التفاعل. (وحدات السرعة : (mol/L.t) او (mol L⁻¹ t⁻¹)
 اي : (mol/L.s) او (mol L⁻¹ S⁻¹) ، (mol/L.min) او (mol L⁻¹ min⁻¹)

للتفاعل العام الآتي : $R \longrightarrow P$
 المواد المتفاعلة (المستهلكة) : R
 المواد الناتجة (المكونة) : P

سرعة التفاعل = $\frac{\text{التغير في تركيز R}}{\text{التغير في الزمن}} = \frac{[R]_{\text{النهائي}} - [R]_{\text{الابتدائي}}}{\text{الزمن النهائي} - \text{الزمن الابتدائي}}$
 بدلالة المادة المتفاعلة R

$$\text{Rate}_R = (-) \frac{\Delta[R]}{\Delta t} = (-) \frac{[R]_2 - [R]_1}{t_2 - t_1}$$

ملاحظة/ تضاف الإشارة السالبة (-) في قانون سرعة التفاعل بدلالة مادة متفاعلة لان المادة المتفاعلة تستهلك

خلال التفاعل ويقل تركيزها فيكون تركيز الثاني $[R_2]$ أقل من تركيزها الاول $[R_1]$ والتغير

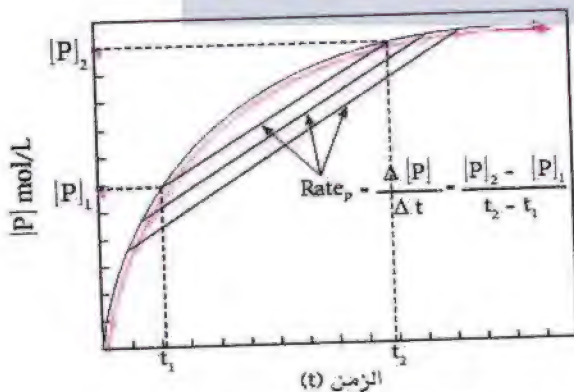
(الفرق) في تركيزهما سالبة تضاف الإشارة السالبة لجعل قيمة السرعة موجبة.

سرعة التفاعل = $\frac{\text{التغير في تركيز P}}{\text{التغير في الزمن}} = \frac{[P]_2 - [P]_1}{\text{الزمن النهائي} - \text{الزمن الابتدائي}}$
 بدلالة المادة الناتجة P

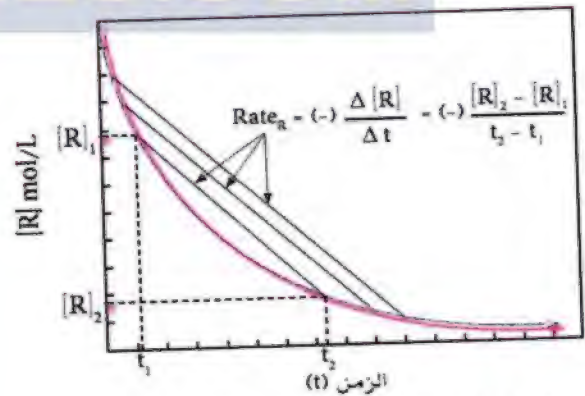
$$\text{Rate}_P = \frac{\Delta[P]}{\Delta t} = \frac{[P]_2 - [P]_1}{t_2 - t_1}$$

ملاحظة/ ان التغير في تركيز المادة الناتجة $\Delta[P]$ يكون موجب (+) لان تركيزها يزداد بمرور الزمن فيكون

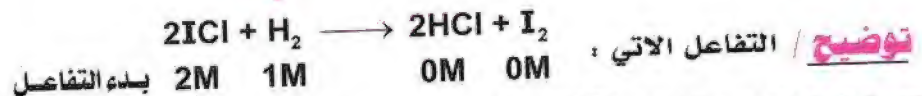
التركيز الثاني $[P_2]$ اكبر من التركيز الاول $[P_1]$ لذلك لا تضاف إشارة سالبة في قانون سرعة التفاعل بدلالة المادة الناتجة.



يزداد تركيز المادة الناتجة P بمرور الزمن .



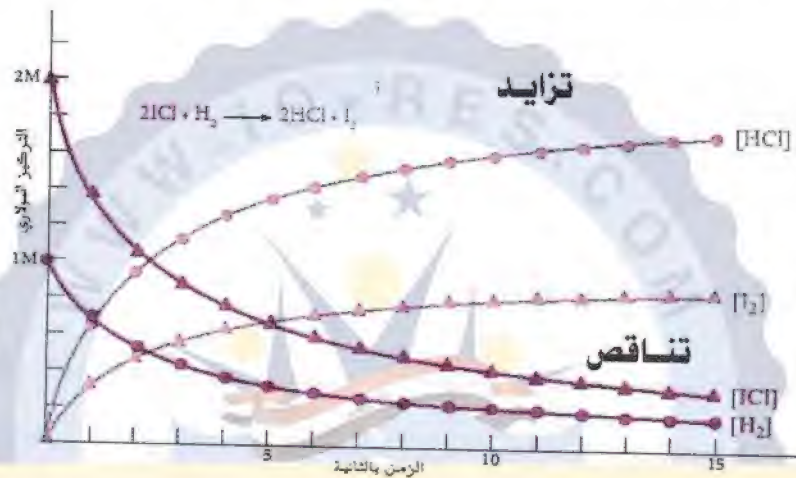
يقل تركيز المادة المتفاعلة R بمرور الزمن .



① يقل تركيز المواد المتفاعلة ICl و H₂ بينما يزداد تركيز المواد الناتجة HCl و I₂ تدريجياً بمرور الزمن بعد ان كان تركيزهما = صفر



- ② تتغير سرعة التفاعل بمرور الزمن مع التغير الحاصل في المواد المتفاعلة والنواتجة.
- ③ تغير التراكيز يكون سريعاً في بداية التفاعل (للمواد المتفاعلة والنواتجة) بعدها ينخفض بمرور الزمن بسبب انخفاض تراكيز المواد المتفاعلة وتحولها الى المواد الناتجة.
- ④ يتوقف التفاعل بعد استهلاك تركيز احدى او جميع المواد المتفاعلة اي يصبح التركيز النهائي لها = صفر.



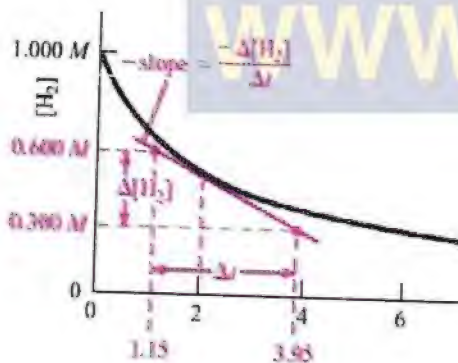
مثال / يتغير تركيز المادة R من 1.2 mol/L الى 0.75 mol/L خلال 125s حسب التفاعل الآتي: $R \rightarrow P$
أحسب سرعة التفاعل بدلالة R

$$\text{Rate}_R = (-) \frac{\Delta[R]}{\Delta t} = (-) \frac{[R]_2 - [R]_1}{t_2 - t_1}$$

$$\text{Rate}_R = \frac{(-) (0.75 - 1.20) \text{ mol/L}}{(125 - 0) \text{ s}} = \boxed{0.0036 \text{ mol/L.S}}$$

الحل

تمرين (1-5)



الزمن (S)



0.6 M في (1.15s)

Δt ↓

0.3 M في (3.95 s)

افترض التفاعل الآتي: $3\text{H}_2 + \text{CO} \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$
يتغير تركيز H_2 حسب المخطط اعلاه. جد سرعة هذا التفاعل والزمن اللازم لانخفاض تركيز H_2 الى 0.300 mol/L ؟

الحل / حسب المخطط

$$\text{Rate}_{\text{H}_2} = (-) \frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t} = (-) \frac{[\text{H}_2]_2 - [\text{H}_2]_1}{t_2 - t_1}$$

$$\text{Rate}_{\text{H}_2} = \frac{(-) (0.3 - 0.6) \text{ mol/L}}{(3.95 - 1.15) \text{ s}}$$

$$= \frac{(-) -0.3 \text{ mol/L}}{2.8 \text{ s}} = \boxed{0.107 \text{ mol/L.S}}$$

والزمن اللازم لانخفاض $[\text{H}_2]$ من 1M الى 0.3M

$$t = (3.95 - 0) \text{ s} = 3.95 \text{ s}$$

علاقة سرعة التفاعل مع عدد المولات في المعادلة /

تختلف سرعة التفاعل بدلالة التعبير في تركيز المادة باختلاف عدد مولات المادة في معادلة التفاعل المتوازنة.

مثال / التفاعل الغازي $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$ عند استهلاك جزيئة واحدة من H_2 (مول واحد) فان

جزيئة واحدة من I_2 يستهلك ايضا (مول واحد). بينما تتكون جزيئتين (مولين) من HI . اي ان :

السرعة العامة للتفاعل (Rate) = سرعة استهلاك H_2 = سرعة استهلاك I_2 = $\frac{1}{2}$ سرعة تكوين HI

$$Rate = (-) \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = (-) \frac{\Delta[I_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[HI]}{\Delta t}$$

أو سرعة تكوين HI = ضعف سرعة استهلاك H_2 = ضعف سرعة استهلاك I_2

$$\frac{\Delta[HI]}{\Delta t} = -2 \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = -2 \frac{\Delta[I_2]}{\Delta t}$$

أو يمكن كتابتها بالصورة الآتية : $Rate_{(HI)} = 2Rate_{(H_2)} = 2Rate_{(I_2)}$

ملاحظة / لا توضع اشارات عند استخدام السرعة **Rate** لان السرعة دائما موجبة.

• ويعبر عن سرعة التفاعل بدلالة المواد المتفاعلة والنواتجة :

$$\frac{\text{سرعة التفاعل بدلالة } [HI]}{\text{عدد مولاتها في المعادلة}} = \frac{\text{سرعة التفاعل بدلالة } [I_2]}{\text{عدد مولاتها في المعادلة}} = \frac{\text{سرعة التفاعل بدلالة } [H_2]}{\text{عدد مولاتها في المعادلة}} = \text{السرعة العامة للتفاعل}$$

$$Rate = \frac{(-) \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t}}{n_{H_2} \text{ معادلة}} = \frac{(-) \frac{\Delta[I_2]}{\Delta t}}{n_{I_2} \text{ معادلة}} = \frac{(+)\frac{\Delta[HI]}{\Delta t}}{n_{HI} \text{ معادلة}}$$

أو /

$$Rate = \frac{Rate_{(H_2)}}{n_{H_2} \text{ معادلة}} = \frac{Rate_{(I_2)}}{n_{I_2} \text{ معادلة}} = \frac{Rate_{(HI)}}{n_{HI} \text{ معادلة}}$$

ملاحظة /

يمكن ايجاد سرعة مادة مجهولة

بدلالة مادة اخرى معلومة

بربط علاقتين من العلاقات اعلاه

$$\frac{(-) \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t}}{n_{H_2} \text{ المعادلة}} = \frac{\frac{\Delta[HI]}{\Delta t}}{n_{HI} \text{ المعادلة}}$$

$$\frac{Rate_{(H_2)}}{n_{H_2} \text{ المعادلة}} = \frac{Rate_{(I_2)}}{n_{I_2} \text{ المعادلة}}$$

مثال / $aA + bB \rightarrow gG + hH$ حيث (h , g , b , a) عدد مولات المواد في معادلة التفاعل المتوازنة

$$Rate = -\frac{1}{a} \times \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \times \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{g} \times \frac{\Delta[G]}{\Delta t} = \frac{1}{h} \times \frac{\Delta[H]}{\Delta t}$$

أو

$$Rate = \frac{1}{a} Rate_{(A)} = \frac{1}{b} Rate_{(B)} = \frac{1}{g} Rate_{(G)} = \frac{1}{h} Rate_{(H)}$$

اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصرا

السرعة العامة للتفاعل (Rate): وهي السرعة بدلالة مول واحد من اي مادة من المواد المتفاعلة او الناتجة

$$\text{السرعة العامة للتفاعل} = \frac{\text{سرعة التفاعل بدلالة تركيز اي مادة}}{\text{عدد مولاتها في المعادلة}}$$

$$\text{Rate} = \frac{\Delta[J]}{\Delta t \cdot n_j}$$

أو

$$\text{Rate} = \frac{1}{n_j} \frac{\Delta[J]}{\Delta t}$$

أو

$$\text{Rate} = \frac{\text{Rate}[J]}{n_j}$$

تحفظ/

(s) صلب ، (l) سائل

(g) غاز ، (aq) محلول مائي

- عند بدء التفاعل تكون تراكيز المواد الناتجة = صفر

• n_j تمثل عدد مولات J في المعادلة

• تراعى الاشارة السالبة للمواد المتفاعلة والاشارة الموجبة للمواد

الناتجة في قانون السرعة العامة للتفاعل

• n_j قد تكون a أو b أو g أو h كما في التفاعل العام اعلاه

علل/ لا يشترط ان تكون سرعة التفاعل بدلالة تركيز مادة مساوية لسرعة التفاعل بدلالة تركيز مادة اخرى في نفس التفاعل ؟

ج/ لانه قد يختلف عدد المولات في المعادلة مما يؤدي الى اختلاف سرع التفاعل

مثال/ للتفاعل الاتي : $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$

① عبر عن السرعة بدلالة التغيير في تركيز H_2 و O_2 و H_2O

② احسب سرعة تكوين H_2O اذا كانت سرعة استهلاك O_2 تساوي 0.023 mol/L.s

③ احسب مقدار H_2O المتكون بعد مرور 18 s

الحل / ①

$$\frac{(-)\Delta[O_2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t} \quad ②$$

$$\text{Rate}_{H_2} = (-)\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t}$$

$$\text{Rate}_{O_2} = (-)\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$$

$$\text{Rate}_{H_2O} = \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$$

$$\frac{\text{Rate}_{(O_2)}}{1} = \frac{\text{Rate}_{(H_2O)}}{2}$$

$$\text{Rate}_{(H_2O)} = 2\text{Rate}_{(O_2)} = 2 \times 0.023 \text{ mol/L.s} = 0.046 \text{ mol/L.s}$$

$$\text{Rate}_{(H_2O)} = \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t} = \frac{[H_2O]_2 - [H_2O]_1}{t_2 - t_1} = \frac{([H_2O]_2 - 0) \text{ mol/L}}{(180 - 0) \text{ s}} \quad ③$$

$$[H_2O]_2 = \text{Rate}_{(H_2O)} \text{ mol/L.s} \times 18 \text{ s} = 0.046 \text{ mol/L.s} \times 18 \text{ s} = 0.828 \text{ mol/L}$$

مكتب الشمس

للتدريس الخصوصي

اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصرا

تمرين (2-5)

ان سرعة تكوين NH_3 في التفاعل التالي تساوي 0.15 mol/L.min



لذا فالسرعة بدلالة استهلاك N_2 تساوي بوحدة mol/L.min

(أ) 0.150 (ب) 0.075 (ج) 0.175 (د) 0.200 (هـ) 0.300

$$\frac{\text{Rate}_{(\text{N}_2)}}{n_{(\text{N}_2)}} = \frac{\text{Rate}_{(\text{NH}_3)}}{n_{(\text{NH}_3)}} \Rightarrow \text{Rate}_{(\text{N}_2)} = \frac{n_{(\text{N}_2)} \times \text{Rate}_{(\text{NH}_3)}}{n_{(\text{NH}_3)}} \Rightarrow \text{ج}$$

$$\text{Rate}_{(\text{N}_2)} = \frac{1 \text{ mol} \times 0.15 \text{ mol/L.min}}{2 \text{ mol}} = 0.075 \text{ mol/L.min}$$

∴ الاجابة الصحيحة هي (ب)

• نلاحظ ان $(\text{Rate}_{(\text{N}_2)} = \frac{1}{2} \text{Rate}_{(\text{NH}_3)})$

تمرين (3-5)

اي من التعبيرات ادناه لا تمثل التعبير المناسب للسرعة العامة للتفاعل الآتي: $2\text{A} + 3\text{B} \longrightarrow \text{F} + 2\text{G}$

(أ) $\frac{-\Delta[\text{A}]}{\Delta t}$ (ب) $\frac{-\Delta[\text{B}]}{3\Delta t}$ (ج) $\frac{-\Delta[\text{F}]}{\Delta t}$ (د) $\frac{-\Delta[\text{G}]}{2\Delta t}$ (هـ) $\frac{-\Delta[\text{A}]}{2\Delta t}$

ج / التعبيرات غير المناسبة : (أ) و (ج) و (د)

ملاحظة /

$100 = 10^2$	$\frac{1}{10} = 10^{-1}$	$\frac{1}{100} = 10^{-2}$	$\frac{1}{10^7} = 10^{-7}$
$10^{-2} \times 10^{-2} = 10^{-4} = 0.0001$		$10^2 \times 10^3 = 10^5 = 100000$	
$10^{-3} \times 10^3 = 10^0 = 1$		$10^{-3} \times 10^5 = 10^2 = 100$	
$10^{-5} \times 10^3 = 10^{-2} = 0.01$		$0.5 \times 10^2 = 5 \times 10^{-1} \times 10^2 = 50$	
$8750 \times 10^{-8} = 8.750 \times 10^{-5}$		$5.3 \times 10^2 = 53 \times 10^{-1} \times 10^2 = 530$	
$0.08 \times 10^{-2} = 8 \times 10^{-4} = 0.0008$		$0.08 \times 10^{-2} = \frac{0.08}{100} = \frac{8}{10000} = 0.0008$	
$380 \times 10^{-5} = 38 \times 10 \times 10^{-5} = 38 \times 10^{-4} = 0.0038$			

مثال / التفاعل بين غاز الاثيلين وغاز الاوزون يعبر عنه بالمعادلة الآتية:



وقد وجد بان تركيز O_3 تغير مع تقدم التفاعل كما في الجدول ادناه.

t/s	0	10	20	30	40	50	60
$[\text{O}_3] \times 10^{-5} / (\text{mol/L})$	3.20	2.42	1.95	1.63	1.40	1.23	1.10

(أ) احسب سرعة التفاعل خلال 10s الاولى من التفاعل

(ب) احسب سرعة التفاعل خلال 10s الاخيرة من التفاعل

(ج) ما سبب اختلاف سرعة التفاعل في الحالتين



ج / (أ) سرعة التفاعل خلال 10s الاولى من التفاعل

$$\text{Rate}_{(\text{O}_3)} = (-) \frac{[\text{O}_3]_2 - [\text{O}_3]_1}{t_2 - t_1} = \frac{-(2.42 \times 10^{-5} - 3.20 \times 10^{-5}) \text{ mol/L}}{(10 - 0) \text{ s}} = 7.8 \times 10^{-7} \text{ mol/L.s}$$

(ب) احسب سرعة التفاعل خلال 10s الاخيرة من التفاعل

$$\text{Rate}_{(\text{O}_3)} = (-) \frac{[\text{O}_3]_2 - [\text{O}_3]_1}{t_2 - t_1} = \frac{-(1.10 \times 10^{-5} - 1.23 \times 10^{-5}) \text{ mol/L}}{(60 - 50) \text{ s}} = 1.3 \times 10^{-7} \text{ mol/L.s}$$

(ج) سرعة التفاعل خلال 10s الاولى تساوي ست مرات بقدر سرعة التفاعل خلال 10s الاخيرة ، مما يدل على

ان سرعة التفاعل غير ثابتة وتقل مع الزمن بدلالة تركيز المادة المتفاعلة نتيجة استهلاكها.

تمرين (4-5)

للتفاعل الآتي: $4\text{NO} (\text{g}) + 3\text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow 2\text{N}_2\text{O}_5 (\text{g})$

(أ) عبر عن سرعة التفاعل بدلالة التعبير في تركيز كل مادة مع الزمن

(ب) احسب سرعة استهلاك O_2 اذا كانت رعة استهلاك NO تساوي $1.60 \times 10^{-4} \text{ mol/L.s}$

$$\text{Rate}_{(\text{NO})} = \frac{-\Delta[\text{NO}]}{\Delta t}, \quad \text{Rate}_{(\text{O}_2)} = \frac{-\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t}, \quad \text{Rate}_{(\text{N}_2\text{O}_5)} = \frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t} \quad \text{الحل / (أ)}$$

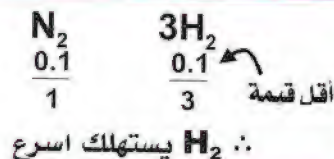
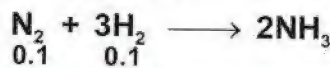
$$\text{Rate} = -\frac{1}{4} \frac{\Delta[\text{NO}]}{\Delta t} = -\frac{1}{3} \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t} \quad \text{(Rate) اي ان السرعة العامة للتفاعل}$$

$$\frac{\text{Rate}_{(\text{NO})}}{4} = \frac{\text{Rate}_{(\text{O}_2)}}{3} \Rightarrow \text{Rate}_{(\text{O}_2)} = \frac{1.60 \times 10^{-4} (\text{mol/L.s}) \times 3}{4} = 1.2 \times 10^{-4} \text{ mol/L.s} \quad \text{(ب)}$$

• متى يتوقف التفاعل (خارجي) يتوقف التفاعل عند استهلاك احدى المادتين المتفاعلتين او كليهما .

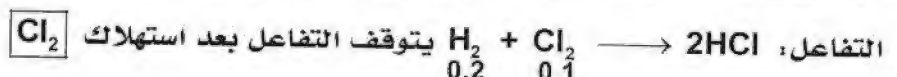
اي عندما يصبح التركيز النهائي لاحدى المادتين او كليهما = صفر. وكما ياتي:

① اذا كانت التراكيز متساوية والسرعة مختلفة يتوقف التفاعل بعد استهلاك المادة الاسرع كما في الآتي:

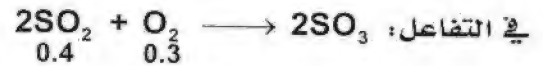
يتوقف التفاعل بعد استهلاك H_2 لان عدد مولات $3=\text{H}_2$ في المعادلة و $1=\text{N}_2$ فتصبح $\text{Rate}_{(\text{H}_2)} = 3\text{Rate}_{(\text{N}_2)}$ لذا يستهلك H_2 اسرع

أو

② اذا كانت التراكيز مختلفة والسرعة متساوية يتوقف التفاعل بعد استهلاك المادة الاقل تركيزا . كما في

التفاعل: يتوقف التفاعل بعد استهلاك H_2

③ إذا كانت التراكيز مختلفة والسرعة مختلفة يتوقف التفاعل بالزمن الاقل (نحسب زمن استهلاك كل منهما) كما



• يتوقف التفاعل بالزمن الاقل (اي نحسب زمن استهلاك O_2 و SO_2 والمادة التي زمن استهلاكها اقل (اكثر سرعة) هي التي تحدد زمن توقف التفاعل.

• **أو/** نضرب عدد مولات SO_2 (في المعادلة) \times تركيز $\text{O}_2 = 0.6 = 0.3 \times 2$

نضرب عدد مولات O_2 (في المعادلة) \times تركيز $\text{SO}_2 = 0.4 = 0.4 \times 1$

القيمة الناتجة الاقل (0.4) تحدد توقف التفاعل، حيث تستهلك SO_2 بزمن اقل (اي اسرع)

• **أو/** نقسم تركيز كل مادة متفاعلة على عدد مولاتها في المعادلة والقيمة الناتجة الاقل تحدد زمن توقف التفاعل

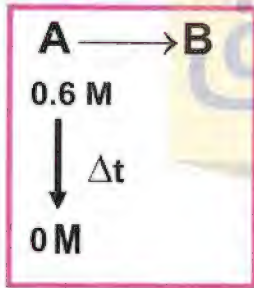
$$0.3 = \frac{0.3}{1} \text{ O}_2, \quad \frac{0.2}{2} = \frac{0.4}{2} \text{ SO}_2$$

اقل قيمة (O_2)

∴ تستهلك SO_2 اسرع (زمن اقل)

مثال خارجي/ وضع 1.2 mol من مادة A في اناء حجمه 2L وبعد فترة زمنية كانت سرعة التفاعل بدلالة B

تساوي 0.02 mol/L.s احسب الزمن اللازم لتوقف التفاعل A → B ؟



$$M = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})} = \frac{1.2(\text{mol})}{2(\text{L})} = 0.6 \text{ M} \quad [\text{A}] \text{ (قبل التفاعل) } / \text{الحل}$$

$$\frac{\text{Rate}_{(A)}}{1} = \frac{\text{Rate}_{(B)}}{1} \Rightarrow \text{Rate}_{(A)} = \text{Rate}_{(B)} = 0.02 \text{ M.s}^{-1}$$

$$\text{Rate}_{(A)} = (-) \frac{[A]_2 - [A]_1}{\Delta t} \quad (\text{بسبب تساوي عدد المولات في معادلة التفاعل})$$

$$0.02 \text{ M.s}^{-1} = \frac{-(0 - 0.6) \text{ M}}{\Delta t_{(s)}} \Rightarrow \Delta t = \frac{0.6 \text{ M}}{0.02 \text{ M.s}^{-1}} = 30 \text{ s} \quad \text{زمن توقف التفاعل}$$

قانون سرعة التفاعل/ علاقة تربط سرعة التفاعل مع تراكيز المواد المتفاعلة مرفوعة لاس مراتبها في التفاعل

ومع ثابت سرعة التفاعل K ولا يمكن استنتاجه من المعادلة الكيميائية المتوازنة وانما من خلال التجربة فقط.

للتفاعل العام الاتي: $aA + gG + hH \longrightarrow pP$ تتناسب سرعة التفاعل تناسباً طردياً مع حاصل ضرب

تراكيز المواد المتفاعلة وكل تركيز مرفوع الى اس معين: $\text{Rate} \propto [A]^\alpha [G]^\beta [H]^\gamma$ او على شكل مساواة

$$\text{Rate} = K[A]^\alpha [G]^\beta [H]^\gamma \quad \text{قانون سرعة التفاعل}$$

• Rate تمثل السرعة العامة للتفاعل

• [A] و [G] و [H] تمثل التراكيز المولارية لكل من المتفاعلات A و G و H على التوالي

• تمثل α مرتبة التفاعل A و β مرتبة التفاعل G و γ مرتبة التفاعل H

• k ثابت سرعة التفاعل؛ هو ثابت علاقة التناسب بين سرعة التفاعل العامة وتراكيز المواد المتفاعلة في قانون سرعة

التفاعل. وهو مقدار ثابت عند ثبوت درجة الحرارة ولا يعتمد على تراكيز المواد المتفاعلة، ولا يتغير الا بتغير درجة

الحرارة

المرتبة العامة للتفاعل (n) = مجموع مراتب المتفاعلات في قانون السرعة

$$n = \alpha + \beta + \gamma$$

أهمية المرتبة العامة للتفاعل /

① معرفة حساسية التفاعل عند تغير تراكيز المواد المتفاعلة ② تساعد في اقتراح مسالك التفاعل

ملاحظات /

① • اذا كانت $\alpha = 1$ فان التفاعل من المرتبة الاولى بدلالة المتفاعل A

• اذا كانت $\beta = 2$ فان التفاعل من المرتبة الثانية بدلالة المتفاعل G

• اذا كانت $\gamma = 0$ فان التفاعل من المرتبة الصفرية بدلالة المتفاعل H (اي ان تغير تركيز H لا يؤثر في

سرعة التفاعل لذلك لا يظهر [H] في قانون السرعة ($1 = [H]^0$)

اذن المرتبة العامة للتفاعل العام : $aA + gG + hH \longrightarrow pP$

$$n = \alpha + \beta + \gamma \Rightarrow n = 1 + 2 + 0 = 3$$

التفاعل من المرتبة الثالثة وقانون السرعة $\text{Rate} = K[A]^1 [G]^2$

② تاخذ α و β و γ و n القيم صفراً أو 1 أو 2 أو 3 وقد تكون قيمة كسرية او سالبة

③ لا يمكن استنتاج قانون سرعة التفاعل وتحديد مرتبته من المعادلة الكيميائية المتوازنة للتفاعل ، ولكن يمكن

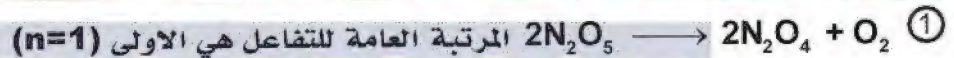
ذلك عن طريق التجربة فقط.

④ ان عدد مولات المواد المتفاعلة a و g و h ليس لها علاقة مع مراتب المتفاعلات α و β و γ

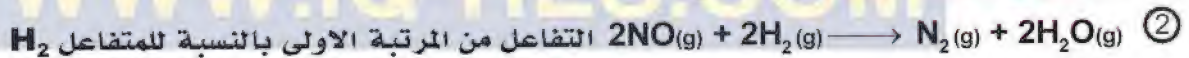
⑤ ان تعيين قيم α و β و γ عملياً يتضمن اجراء عدد تجارب يتم فيها تغير تركيز احد المواد المتفاعلة وابقاء تراكيز

المواد المتفاعلة الاخرى ثابتة وبذلك نجد مرتبة التفاعل المتغير تركيزه. وهكذا بالنسبة للمواد المتفاعلة الاخرى.

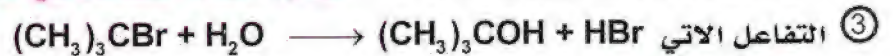
امثلة حول قانون السرعة ومراتب بعض المتفاعلات والمرتبة العامة للتفاعل /



∴ قانون سرعة التفاعل $\text{Rate} = K[N_2O_5]$



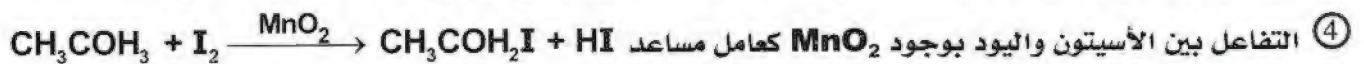
والثانية بالنسبة للمتفاعل NO ∴ المرتبة العامة للتفاعل هي الثالثة ($n = 1 + 2 = 3$)



قانون السرعة له $\text{Rate} = K[(CH_3)_3CBr]$

هذا يعني ان التفاعل من المرتبة الاولى بدلالة $(CH_3)_3CBr$ ومن المرتبة الصفرية بدلالة H_2O حيث ان

$[H_2O]$ لم يظهر في قانون السرعة والمرتبة العامة للتفاعل هي الاولى ($n = 1 + 0 = 1$)



قانون السرعة له $\text{Rate} = K$

هذا يعني ان سرعة التفاعل لا تعتمد على تراكيز المواد المتفاعلة. وبهذا يكون التفاعل من المرتبة الصفرية

$$(n = 0 + 0 = 0)$$

علل/ في بعض التفاعلات تظهر مادة في معادلة التفاعل ولا تظهر في قانون سرعته ؟

ج/ لان اس تركيز هذه الماد = صفر وان اي رقم اسه صفر = 1 لذلك لا تظهر في قانونه السرعة

تحديد مراتب التفاعل واستنتاج قانون سرعة التفاعل وإيجاد قيمة ثابت السرعة K

- ① نختار اي تجربتين (من الجدول) فيهما تركيزي احد المواد المتفاعلة مختلفين بينما تركيز المادّة الاخرى ثابتا وسرعتا التفاعل للتجربتين مختلفتين.
- ② نعوض نتائج كل تجربة في قانون السرعة ونقسم قيم احدي التجربتين (**احدى العلاقتين**) على قيم الاخرى (**يفضل تقسيم الكبير على الصغير لتجنب الكسور**) ونبسط الكسر فنحصل على قيمة مرتبة التفاعل للمتفاعل متغير التركيز في التجربتين (**ولتكن α مثلا**)
- ③ لتحديد قيمة (β مثلا) نعيد نفس الخطوات ① و ② على تجربتين لمدّة متفاعلة اخرى مجهولة المرتبة.
- ④ بعد تحديد مراتب المتفاعلات نكتب قانون السرعة بالتعويض عن الاسس (**مراتب المتفاعلات**) ثم نحسب المرتبة العامة للتفاعل.
- ⑤ نحسب قيمة K من تعويض نتائج احدي التجارب في قانون سرعة التفاعل.

استنتاج وحدات K (ثابت السرعة)

• من التعويض في قانون سرعة التفاعل **أو/** بتطبيق القانون الاتي: وحدة ثابت السرعة = $\frac{[M]^{1-n}}{t}$ = $\frac{[\frac{\text{mol}}{L}]^{1-n}}{t}$

حيث n = المرتبة العامة للتفاعل = 1 او 2 او 3 ، t = وحدة الزمن

مثال/ تفاعل مرتبته العامة (**الثالثة**) فان وحدة K حسب القانون هي : $\text{mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{t}^{-1}$ = $\frac{[\frac{\text{mol}}{L}]^{-2}}{t}$ = $\frac{[\frac{\text{mol}}{L}]^{1-3}}{t}$

المرتبة العامة n	وحدات K	
	الزمن بالدقيقة (min)	الزمن بالثانية (s)
0	$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	$\text{mol} / \text{L} \cdot \text{s}$ أو $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ أو $\text{M} \cdot \text{s}^{-1}$
1	min^{-1}	s^{-1} أو $1/\text{s}$
2	$\text{mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{min}^{-1}$	$\text{L} / \text{mol} \cdot \text{s}$ أو $\text{mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$ أو $\text{M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
3	$\text{mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{min}^{-1}$	$\text{L}^2 / \text{mol}^2 \cdot \text{s}$ أو $\text{mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ أو $\text{M}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

• **أو بالحفظ /**

- ان مراتب التفاعل تخبرنا عن مدى حساسية التفاعل الكيميائي لتغير تركيز احد المواد المتفاعلة وكما يلي:
 - (أ) اذا كان اس التركيز = صفر (**معناه ان قيمة التركيز = 1**) وبذلك فان تغير هذا التركيز **لا يؤثر** في سرعة التفاعل التي لا تعتمد على تركيز هذه المادّة التي لا تظهر في قانون السرعة بالرغم من ظهورها في معادلة التفاعل. (اي رقم اسه صفر = 1)
 - (ب) اذا كان اس التركيز = 1 فان تغير هذا التركيز يؤدي الى **تغير مماثل** في سرعة التفاعل فمثلا عند مضاعفة هذا التركيز **تضاعف** السرعة ، واذا زاد التركيز 3 مرات تزداد السرعة 3 مرات، وعند خفض التركيز الى النصف تنخفض السرعة الى النصف ، ...
 - (ج) اذا كان اس التركيز = 2 فان تغير هذا التركيز يؤدي الى تغير السرعة بمقدار **مربع** تغير التركيز. فمثلا عند مضاعفة هذا التركيز تزداد السرعة 4 مرات وذا زاد التركيز 3 مرات تزداد السرعة 9 مرات (3^2) وعند خفض التركيز الى الثلث تنخفض السرعة الى التسع ... وهكذا
 - (د) اما اذا كان اس التركيز = 3 فان تغير السرعة سيكون **مكعب** تغير التركيز فعند مضاعفة هذا التركيز تزداد السرعة 8 مرات (2^3) ... وهكذا

تمرين (5-5)

للتفاعل الغازي الآتي: $A + B \longrightarrow C$ وجد بالتجربة ان قانون سرعته $\text{Rate} = K[A]^2[B]$ لذا فمرتبة هذا التفاعل

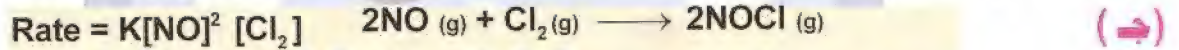
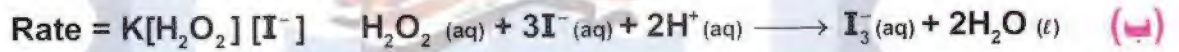
(أ) مرتبة اولى (ب) مرتبة ثانية (ج) مرتبة ثالثة (د) مرتبة صفيرية (هـ) مرتبة نصفية

الحل / $n = \alpha + \beta = 2 + 1 = 3$

∴ التفاعل من المرتبة الثالثة والاجابة الصحيحة هي (ج)

تمرين (6-5)

حدد مراتب المتفاعلات والمرتبة العامة لكل من التفاعلات الآتية:

الحل / (أ) التفاعل من المرتبة $\frac{3}{2}$ بدلالة المتفاعل $[\text{CH}_3\text{CHO}]$ والمرتبة العامة للتفاعل هي $n = (\frac{3}{2})$ (ب) حسب قانون السرعة فان التفاعل من المرتبة الاولى بالنسبة لمتفاعل H_2O_2 وكذلك الاولى بالنسبة لمتفاعل I^- .ومن المرتبة الصفيرية بالنسبة لمتفاعل H^+ والمرتبة العامة للتفاعل هي الثانية ($n = 1 + 1 = 2$)(ج) حسب قانون السرعة فان هذا التفاعل من المرتبة الثانية بدلالة المتفاعل NO والمرتبة الاولى لمتفاعل Cl_2 فالمرتبة العامة للتفاعل هي الثالثة ($n = 2 + 1 = 3$)مثال / التفاعل الآتي يجري عند درجة حرارة معينة : $2\text{N}_2\text{O}_5 \longrightarrow 2\text{N}_2\text{O}_4 + \text{O}_2$ تم قياس سرعة التفاعلعند تراكيز مختلفة من المادة المتفاعلة N_2O_5 وتم الحصول على البيانات الواردة في الجدول ادناه.

① حدد مرتبة التفاعل واستنتج قانون سرعة

التفاعل والمرتبة العامة له

② احسب قيمة ثابت السرعة (K) للتفاعل

Exp. No	$[\text{N}_2\text{O}_5] \text{ mol / L}$	Rate mol / L.s
1	0.0113	6.7×10^{-6}
2	0.0084	5.0×10^{-6}
3	0.0042	2.5×10^{-6}

الحل ① • نكتب قانون سرعة التفاعل $\text{Rate} = K[\text{N}_2\text{O}_5]^\alpha$ • لتحديد قيمة α نختار اي تجربتين مثل 1 و 2 ونعوض نتائج كل تجربة في قانون السرعة ونقسم احدىالمعادلتين على الاخرى ونبسط الكسر فنحصل على قيمة α

$$\frac{\text{Rate}_1}{\text{Rate}_2} = \frac{K[\text{N}_2\text{O}_5]_1^\alpha}{K[\text{N}_2\text{O}_5]_2^\alpha} \Rightarrow \frac{6.7 \times 10^{-6}}{5.0 \times 10^{-6}} = \frac{K(0.0113)^\alpha}{K(0.0084)^\alpha}$$

$$(1.34)^1 = (1.34)^\alpha \Rightarrow \alpha = 1$$

لذلك تكون قيمة $\alpha =$ الواحد الصحيح ، لذا يكون التفاعل من المرتبة الاولىوقانون سرعته يكتب على النحو الآتي : $\text{Rate} = K[\text{N}_2\text{O}_5]$

- ② لايجاد قيمة ثابت السرعة نعوض نتائج احدي التجارب في قانون سرعة التفاعل. لنفترض اننا اخترنا التجربة رقم (1) ونعوض قيمها في علاقة قانون السرعة اعلاه. $6.7 \times 10^{-6} \text{ mol/L.s} = K(0.0113) \text{ mol/L}$
- $$K = \frac{6.7 \times 10^{-6} \text{ mol/L.s}}{(0.0113) \text{ mol/L}} = 593 \times 10^{-6} = 5.93 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

تمارين (9-5)

استخدام قيمة ثابت السرعة المصوبة في المثال السابق $5.93 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ لحساب سرعة استهلاك N_2O_5 عندما يكون تركيزه مساوياً 0.1 mol/L عند نفس درجة الحرارة المعينة :

الحل

$$\text{Rate} = K[\text{N}_2\text{O}_5] \Rightarrow \text{Rate} = (5.93 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}) \times (0.1 \text{ mol/L}) = 5.93 \times 10^{-5} \text{ mol/L.s}$$

$$\text{Rate} = \frac{1}{2} \text{Rate}_{\text{N}_2\text{O}_5} \Rightarrow \text{Rate}_{\text{N}_2\text{O}_5} = 2 \times \text{Rate} = 2 \times 5.93 \times 10^{-5} \text{ mol/L.s}$$

$$\text{Rate}_{\text{N}_2\text{O}_5} = 11.9 \times 10^{-5} \text{ mol/L.s}$$

تمارين (10-5)

للتفاعل الآتي $\text{X} + 2\text{Y} \longrightarrow \text{P}$ وجد انه من المرتبة الاولى بالنسبة لـ X ومن المرتبة الثانية بالنسبة لـ Y وحددات ثابت سرعة هذا التفاعل اذا كان الزمن بالثانية هو:

(أ) M.s^{-1} (ب) $\text{M}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (ج) $\text{M}^{-3}.\text{s}$ (د) $\text{M}^2.\text{s}^{-1}$ (هـ) $\text{M}^{-1}.\text{s}^{-1}$

الحل بما ان المرتبة العامة للتفاعل هي الثالثة ($n = 1 + 2 = 3$)
 \therefore وحدد الثابت K هي $\text{M}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (طريقة الحفظ)

أو وحدد ثابت السرعة = $\frac{[\text{M}]^{1-n}}{t(\text{s})} = \frac{[\text{M}]^{1-3}}{t} = \frac{[\text{M}]^{-2}}{t} = \text{M}^{-2}.\text{s}^{-1}$

\therefore الاجابة الصحيحة هي (ب)

مثال / للتفاعل الآتي: $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{NO}(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$ حدد مراتب المتفاعلات واستنتج قانون سرعة التفاعل والمرتبة العامة له وثابت السرعة من نتائج التجارب في الجدول ادناه:

Exp. No	$[\text{O}_2] / \text{mol} / \text{L}$	$[\text{NO}] / \text{mol} / \text{L}$	Rate / mol / L.s
1	1.10×10^{-2}	1.30×10^{-2}	3.20×10^{-3}
2	2.20×10^{-2}	1.30×10^{-2}	6.40×10^{-3}
3	1.10×10^{-2}	2.60×10^{-2}	12.8×10^{-3}
4	3.30×10^{-2}	1.30×10^{-2}	9.60×10^{-3}
5	1.10×10^{-2}	3.90×10^{-2}	28.8×10^{-3}

الحل / نكتب قانون سرعة التفاعل $\text{Rate} = K[\text{O}_2]^\alpha [\text{NO}]^\beta$

- لتحديد قيمة α نختار تجربتين مثل 1 و 2 حيث $[\text{NO}]$ ثابت في التجريبتين بينما $[\text{O}_2]$ متغير ونعوض نتائج كل تجربة في قانون السرعة ونقسم احدي المعادلتين على الاخرى ونبسط الكسر فنحصل على قيمة α (نقسم قيم تجربة 2 على تجربة 1 لتخاشي الكسور)

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K[\text{O}_2]_2^\alpha [\text{NO}]_2^\beta}{K[\text{O}_2]_1^\alpha [\text{NO}]_1^\beta} \Rightarrow \frac{6.40 \times 10^{-3}}{3.20 \times 10^{-3}} = \frac{K(2.20 \times 10^{-2})^\alpha (1.30 \times 10^{-2})^\beta}{K(1.10 \times 10^{-2})^\alpha (1.30 \times 10^{-2})^\beta}$$

∴ التفاعل من المرتبة الاولى $\alpha = 1 \Rightarrow (2) = (2)^\alpha$ بالنسبة لـ O_2

لتحديد قيمة β نختار التجريبتين 1 و 3 حيث $[\text{O}_2]$ ثابت في التجريبتين بينما $[\text{NO}]$ متغير ونعوض

نتائج كل تجربة في قانون ونقسم قيم تجربة 3 على تجربة 1 ونبسط الكسر فنحصل على قيمة β

$$\frac{\text{Rate}_3}{\text{Rate}_1} = \frac{K[\text{O}_2]_3^\alpha [\text{NO}]_3^\beta}{K[\text{O}_2]_1^\alpha [\text{NO}]_1^\beta} \Rightarrow \frac{12.80 \times 10^{-3}}{3.20 \times 10^{-3}} = \frac{K(1.10 \times 10^{-2})^\alpha (2.60 \times 10^{-2})^\beta}{K(1.10 \times 10^{-2})^\alpha (1.30 \times 10^{-2})^\beta}$$

∴ التفاعل من المرتبة الثانية بالنسبة لـ NO $\beta = 2 \Rightarrow (4) = (2)^\beta \Rightarrow (2)^2 = (2)^\beta \Rightarrow \beta = 2$

والمرتبة العامة للتفاعل تساوي $n = \alpha + \beta = 1 + 2 = 3$

∴ قانون السرعة للتفاعل هو $\text{Rate} = K[\text{O}_2][\text{NO}]^2$

لايجاد ثابت سرعة التفاعل نعوض نتائج احدي التجارب (ولكن التجربة 2)

في قانون سرعة التفاعل، $\text{Rate} = K[\text{O}_2][\text{NO}]^2$

$$6.4 \times 10^{-3} \text{ (mol/L.s)} = K (2.20 \times 10^{-2}) \text{ mol/L} \times (1.30 \times 10^{-2})^2 \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

$$K = \frac{6.4 \times 10^{-3} \text{ mol/L.s}}{(2.20 \times 10^{-2}) \text{ mol/L} \times (1.30 \times 10^{-2})^2 \text{ mol}^2/\text{L}^2} = 1721.4 \text{ L}^2/\text{mol}^2.\text{s}$$

نلاحظ ان وحدة ثابت السرعة لتفاعلات المرتبة الثالثة هي $\text{L}^2/\text{mol}^2.\text{s}$

ملاحظات مهمة

بعد الاختصار من قسمة تجريبتين المعوضتين في قانون السرعة يمكن الاستفادة من القوانين الاتية:

(أ) في حالة وجود مادة تركيزها متغير والآخرى تركيزها ثابت

$$\frac{\text{Rate}_3}{\text{Rate}_1} = \left(\frac{[\text{A}]_2}{[\text{A}]_1} \right)^\alpha \text{ أو (مضاعفات السرعة)} = (\text{مضاعفات التركيز})^\alpha$$

(ب) في حالة وجود مادتين تركيزهما متغير (دون ثبوت احدهما) تكرر مجموعة التراكيز

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \left(\frac{[\text{A}]_2}{[\text{A}]_1} \right)^\alpha \times \left(\frac{[\text{G}]_2}{[\text{G}]_1} \right)^\beta \text{ أو (مضاعفات السرعة)} = (\text{مضاعفات } [\text{A}])^\alpha \times (\text{مضاعفات } [\text{G}])^\beta$$

وفي هذه الحالة يجب توفر α أو β

مثال / التفاعل الاتي من المرتبة الثالثة : $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$ لوحظ عند خفض $[\text{NO}]$ الى نصف ما

كان عليه تنخفض سرعة التفاعل الى ربع ما كانت عليه بثبات $[\text{O}_2]$.

جد ① قانون سرعة التفاعل

② كم مره تزداد سرعة التفاعل عند مضاعفة $[\text{NO}]$ وخفض $[\text{O}_2]$ الى النصف

الحل / ① الطريقة الأولى / $\text{Rate} = K[\text{O}_2]^\alpha [\text{NO}]^\beta$

Exp. No	$[\text{O}_2]$ (M)	$[\text{NO}]$ (M)	Rate / mol / L.s
1	A	G	Rate
2	A	$\frac{1}{2}G$	$\frac{1}{4}$ Rate

نعمل جدول

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K[\text{O}_2]_2^\alpha [\text{NO}]_2^\beta}{K[\text{O}_2]_1^\alpha [\text{NO}]_1^\beta} \Rightarrow \frac{\frac{1}{4} \text{Rate}}{\text{Rate}} = \frac{[\text{NO}]_2^\beta}{[\text{NO}]_1^\beta} \Rightarrow \frac{\frac{1}{4} \text{Rate}}{\text{Rate}} = \left(\frac{\frac{1}{2}G}{G} \right)^\beta$$

$$\left(\frac{1}{4} \right) = \left(\frac{1}{2} \right)^\beta \Rightarrow \left(\frac{1}{2} \right)^2 = \left(\frac{1}{2} \right)^\beta \Rightarrow \boxed{\beta = 2}$$

$$\alpha + \beta = 3 \Rightarrow 3 - 2 = \alpha \Rightarrow \boxed{\alpha = 1}$$

$\text{Rate} = K[\text{O}_2][\text{NO}]^2$ \therefore قانون السرعة هو

الطريقة الثانية / β (مضاعفات التركيز NO) = (مضاعفات السرعة)

$$\left(\frac{1}{4} \right) = \left(\frac{1}{2} \right)^\beta \Rightarrow \left(\frac{1}{2} \right)^2 = \left(\frac{1}{2} \right)^\beta \Rightarrow \boxed{\beta = 2}$$

$$\alpha + 2 = 3 \Rightarrow \boxed{\alpha = 1}$$

$\text{Rate} = K[\text{O}_2][\text{NO}]^2$ \therefore قانون السرعة هو

② الطريقة الأولى / نكمل جدول . ثم نعوض معلوماته في قانون السرعة . نقسم تجربة ② على تجربة ①

Exp. No	$[\text{O}_2]$ (M)	$[\text{NO}]$ (M)	Rate (mol / L.s)
1	A	G	Rate ₁
2	$\frac{1}{2}A$	2G	Rate ₂

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K[\text{O}_2]_2^\alpha [\text{NO}]_2^\beta}{K[\text{O}_2]_1^\alpha [\text{NO}]_1^\beta} \Rightarrow \frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{\left(\frac{1}{2}A \right)^\alpha \times (2G)^\beta}{(A)^\alpha (G)^\beta}$$

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{1}{2} \times 4 = \boxed{2}$$

\therefore تزداد سرعة التفاعل مرتين (أي تتضاعف السرعة)

الطريقة الثانية / $\beta = \frac{1}{2} \times (2)^2 = \boxed{2}$ (مضاعفات السرعة) = (مضاعفات التركيز NO) \times (مضاعفات التركيز $[\text{O}_2]$) $^\alpha$

الطريقة الثالثة / باستعمال قانون السرعة والتعويض في تجربة ②

$$\text{Rate} = K[\text{O}_2][\text{NO}]^2 = K \times \frac{1}{2} \times 2^2 = K \times \frac{4}{2} = \boxed{2K}$$

تضاعف السرعة



مثال / للتفاعل الغازي : $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$ وجد ان (مضاعفة تركيز O_2 بثبوت تركيز SO_2 سيضاعف سرعة التفاعل) وان (اضافة 3 أمثال (SO_2) الى تركيزه الاصلي مع اضافة ضعف (O_2) الى تركيزه الاصلي سيزيد سرعة التفاعل 48 مرة). استنتج قانون سرعة التفاعل موضحا كيف تتغير سرعة التفاعل عند زياده SO_2 ثلاث مرات وخفض O_2 الى ثلث تركيزه الاصلي ؟

الحل / ① الطريقة الاولى / (بعمل جدول) . قانون السرعة $Rate = K[O_2]^\alpha [SO_2]^\beta$

Exp. No	$[O_2]$ (M)	$[SO_2]$ (M)	Rate (mol / L.s)
1	A	G	Rate
2	2A	G	2Rate
3	2 + 1 = 3A	3 + 1 = 4G	48Rate

نعوض تجربة ① و ② في قانون السرعة ونقسم تجربة ② على ① (لتحاشي الكسور) لتحديد قيمة α

$$\frac{Rate_2}{Rate_1} = \frac{[O_2]_2^\alpha}{[O_2]_1^\alpha} \rightarrow \frac{2Rate}{Rate} = \frac{(2A)^\alpha}{(A)^\alpha}$$

وبعد الاختصار

$$2 = 2^\alpha \rightarrow \alpha = 1 \quad \text{اس تركيز } O_2$$

$$\frac{Rate_3}{Rate_1} = \frac{[O_2]_3^\alpha [SO_2]_3^\beta}{[O_2]_1^\alpha [SO_2]_1^\beta} \rightarrow \frac{48Rate}{Rate} = \frac{(3A)^\alpha (4G)^\beta}{(A)^\alpha (G)^\beta} \quad \text{③ على تجربة ①}$$

$$48 = 3 \times 4^\beta \rightarrow 4^\beta = \frac{48}{3} \rightarrow 4^\beta = 16 \rightarrow 4^\beta = 4^2 \rightarrow \beta = 2 \quad \text{اس تركيزه } SO_2$$

$$\therefore \text{ قانون السرعة } Rate = K[O_2][SO_2]^2$$

لتوضيح كيف تتغير سرعة التفاعل عند زياده SO_2 3 مرات وخفض O_2 الى ثلث تركيزه الاصلي

Exp. No	$[O_2]$	$[SO_2]$	Rate
1	A	G	Rate ₁
2	$\frac{1}{3}A$	$3 \times 1 = 3G$	Rate ₂

$$\frac{Rate_2}{Rate_1} = \frac{[O_2]_2^1 [SO_2]_2^2}{[O_2]_1^1 [SO_2]_1^2} \rightarrow \frac{Rate_2}{Rate_1} = \frac{(\frac{1}{3}A)^1 (3G)^2}{(A)^1 (G)^2}$$

$$\frac{Rate_2}{Rate_1} = \frac{1}{3} \times 9 \rightarrow \frac{Rate_2}{Rate_1} = 3 \quad \text{تزداد سرعة التفاعل 3 مرات}$$

الطريقة الثانية (بطريقة المضاعفات) / قانون السرعة $Rate = K[O_2]^\alpha [SO_2]^\beta$

$$(مضاعفات السرعة) = ([O_2] مضاعفات)^\alpha \times ([SO_2] مضاعفات)^\beta$$

$$48 = 3^1 \times 4^\beta \rightarrow 4^\beta = 16 \rightarrow 4^\beta = 4^2 \rightarrow \beta = 2$$

$$\therefore \text{ قانون السرعة هو } Rate = K[O_2][SO_2]^2$$

$$(مضاعفات السرعة) = ([O_2] مضاعفات)^1 \times ([SO_2] مضاعفات)^2$$

$$= \frac{1}{3} \times 3^2 = 3$$

\therefore تزداد السرعة 3 مرات

$$(مضاعفات التركيز) = ([O_2] مضاعفات)^\alpha$$

$$2 = 2^\alpha \rightarrow \alpha = 1$$

مضاعفات تركيز SO_2

$$+1 = 4 \quad \text{③ اضافة ثلاثة امثال}$$

مضاعفات تركيز O_2

$$+1 = 3 \quad \text{② اضافة ضعف}$$

تمرين (7-5)

التفاعل الغازي الآتي: $A + B \longrightarrow C$ وجد بالتجربة أن قانون سرعته $Rate = K[A]^2[B]$ فإذا جعل تركيز A ثلاثة أمثاله وتركيز B ضعفه فستزداد سرعة التفاعل بمقدار:

(أ) 6 (ب) 9 (ج) 12 (د) 18 (هـ) 36

الحل / الطريقة الأولى: $\frac{Rate_2}{Rate_1} = \left(\frac{[A]_2}{[A]_1}\right)^\alpha \left(\frac{[B]_2}{[B]_1}\right)^\beta = \left(\frac{3A}{A}\right)^2 \times \left(\frac{2B}{B}\right)^1 = 9 \times 2 = 18$

$Rate_2 = 18Rate_1$

∴ تزداد السرعة بمقدار 18 مرة . ∴ الإجابة الصحيحة هي (د)

الطريقة الثانية

$(\text{مضاعفات السرعة}) = ([A] \text{ مضاعفات})^\alpha \times ([B] \text{ مضاعفات})^\beta = \left(\frac{3A}{A}\right)^2 \times \left(\frac{2B}{B}\right)^1 = 9 \times 2 = 18$

الطريقة الثالثة

Exp.NO	[A]	[B]	Rate (mol / L.s)
1	A	B	Rate ₁
2	3A	2B	Rate ₂

نطبق قانون السرعة على التجريبتين ① و ② ونقسم تجربة ② على تجربة ①

$\frac{Rate_2}{Rate_1} = \frac{K[A]_2^\alpha [B]_2^\beta}{K[A]_1^\alpha [B]_1^\beta} = \frac{K(3A)^\alpha (2B)^\beta}{K(A)^\alpha (B)^\beta} = 9 \times 2 = 18$

تمرين (8-5)

التفاعل الغازي الآتي: $2NO + 2H_2 \longrightarrow N_2 + 2H_2O$ له قانون السرعة الآتي: $Rate = K[NO]^2[H_2]$ فإذا ما قلل تركيز NO إلى النصف وزيد تركيز H_2 إلى ثلاثة أضعافه فالتغير في سرعة التفاعل سيكون:

(أ) يقل بمقدار 4/3 (ب) يزداد بمقدار 4/3 (ج) يزداد بمقدار 2/3 (د) يقل بمقدار 2/3 (هـ) يبقى نفسه

الحل $\frac{Rate_2}{Rate_1} = \frac{[NO]_2^2 \times [H_2]_2^1}{[NO]_1^2 \times [H_2]_1^1} = \left(\frac{\frac{1}{2}NO}{NO}\right)^2 \times \left(\frac{3H_2}{H_2}\right)^1 = \frac{1}{4} \times 3 = \frac{3}{4}$

∴ تقل السرعة بمقدار 3/4 أي لا توجد اجابة صحيحة

تمرين (11-5)

للتفاعل الآتي: $CH_3COOCH_3 + OH^- \longrightarrow CH_3COO^- + CH_3OH$ ومن نتائج التجارب الثلاثة في الجدول أدناه:

$[C_2H_5O_2]$	$[OH^-]$	Rate (mol / L.s)
0.040	0.040	0.000225
0.040	0.080	0.00045
0.080	0.080	0.00090

- (أ) حدد مراتب المتفاعلات
(ب) استنتج قانون سرعة التفاعل
(ج) جد قيمة ثابت السرعة

الحل / (أ) نكتب قانون السرعة

$$\text{Rate} = K[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2]^\alpha [\text{OH}^-]^\beta$$

نعوض تجربة ① و ② في قانون السرعة ونقسم تجربة ② على ① (لتحاشي الكسور) لتحديد قيمة β

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2]_2^\alpha \times [\text{OH}^-]_2^\beta}{K[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2]_1^\alpha \times [\text{OH}^-]_1^\beta} \rightarrow \frac{0.00045}{0.000225} = \frac{K(0.040)^\alpha \times (0.080)^\beta}{K(0.040)^\alpha \times (0.040)^\beta}$$

$$2 = 2^\beta \quad (\text{إذا تساوت الاساسات تساوت الاسس})$$

$$\beta = 1 \quad \text{اس تركيز } \text{OH}^-$$

لتحديد قيمة α

نعوض تجربة ③ و ② في قانون السرعة ونقسم تجربة ③ على تجربة ②

$$\frac{\text{Rate}_3}{\text{Rate}_2} = \frac{K[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2]_3^\alpha \times [\text{OH}^-]_3^\beta}{K[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2]_2^\alpha \times [\text{OH}^-]_2^\beta} \rightarrow \frac{0.00090}{0.00045} = \frac{K(0.080)^\alpha \times (0.080)^\beta}{K(0.040)^\alpha \times (0.080)^\beta}$$

$$n = 1 + 1 = 2 \quad \text{المرتبة العامة للتفاعل هي الثانية} \quad 2 = 2^\alpha \rightarrow \alpha = 1 \quad \text{اس تركيز } \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$$

$$\text{Rate} = K[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2]^1 [\text{OH}^-]^1$$

(ب) وعليه قانون سرعة التفاعل هو

(ج) لايجاد قيمة K نعوض قيم احدي التجارب (من الجدول) ولتكن تجربة ② في قانون السرعة

$$0.00045 \text{ mol/L.s} = K(0.04) \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times (0.08) \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$K = \frac{0.00045 \text{ mol/L.s}}{0.04 \text{ mol/L} \times 0.08 \text{ mol/L}} = 0.14 \text{ L/mol.s}$$

Exp. No	[A]	[B]	[C]	Rate M.s ⁻¹
1	0.2	0.02	0.03	1.56×10^{-4}
2	0.1	0.02	0.03	1.56×10^{-4}
3	0.1	0.01	0.03	0.78×10^{-4}
4	0.1	0.01	0.01	0.26×10^{-4}

مثال / من المعلومات التجريبية المثبتة في الجدول المقابل

جد / ① قانون السرعة ومراتب التفاعل الاتي



② سرعة التفاعل عند استهلاك 0.005M من C في التجربة الثانية

③ زمن توقف التفاعل في التجربة الاولى

④ كيف تتغير سرعة التفاعل لو خفضنا تركيز A و B و C الى النصف

الحل / ① من التجريبتين ① و ② نلاحظ ان تراكيز (B و C) ثابتة بينما تركيز A متغير والسرعة ثابتة وهذا يعني ان تغير تركيز A لا يؤثر في سرعة التفاعل ، اي ان اس تركيز A = صفر ($[A]^0 = 1$) والتفاعل منالمرتبة صفر بدلالة A وبذلك لا يظهر A في قانون السرعة. نكتب قانون السرعة : $\text{Rate} = K[\text{B}]^\alpha [\text{C}]^\beta$ نقسم تجربة ② على تجربة ③ بعد تعويضهما في قانون السرعة لتحديد α

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_3} = \frac{K[\text{B}]_2^\alpha \times [\text{C}]_2^\beta}{K[\text{B}]_3^\alpha \times [\text{C}]_3^\beta} \rightarrow \frac{1.56 \times 10^{-4}}{0.78 \times 10^{-4}} = \frac{K(0.02)^\alpha \times (0.03)^\beta}{K(0.01)^\alpha \times (0.03)^\beta}$$

التفاعل من المرتبة الاولى بدلالة **B** $\Rightarrow \alpha = 1$ $2 = 2^\alpha$

نقسم تجربة ③ على تجربة ④ بعد تعويضنا في قانون السرعة لتحديد قيمة β

$$\frac{\text{Rate}_3}{\text{Rate}_4} = \frac{[\text{C}]_3^\beta}{[\text{C}]_4^\beta} \Rightarrow \frac{0.78 \times 10^{-4}}{0.26 \times 10^{-4}} = \frac{(0.03)^\beta}{(0.01)^\beta} \Rightarrow 3 = 3^\beta \Rightarrow \boxed{\beta = 1}$$

التفاعل من المرتبة الاولى بدلالة **C** والمرتبة العامة للتفاعل هي الثانية $(n = \alpha + \beta + 0 = 1 + 1 + 0 = 2)$

∴ قانون السرعة $\text{Rate} = K[\text{B}]^1 [\text{C}]^1$

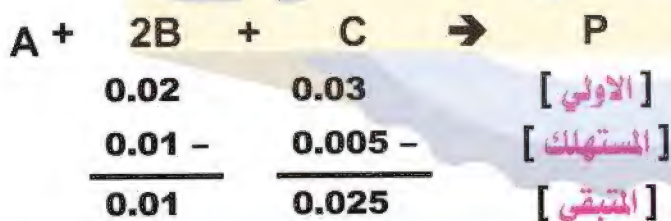
② نستخرج اولا قيمة ثابت السرعة **K** بالتعويض عن قيم اي تجربة (ولكن 4)

$$0.26 \times 10^{-4} \text{ M.s}^{-1} = K(0.01)(0.01) \text{ M}^2 \text{ في قانون السرعة}$$

$$K = \frac{0.26 \times 10^{-4} \text{ M.s}^{-1}}{10^{-4} \text{ M}^2} = 0.26 \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\frac{\text{Rate}_{(B)}}{n_B} = \frac{\text{Rate}_{(C)}}{n_C} \Rightarrow \frac{-\frac{\Delta[\text{B}]}{\Delta t}}{2} = \frac{-\frac{\Delta[\text{C}]}{\Delta t}}{1} \Rightarrow$$

$$\frac{\Delta[\text{B}]}{2} = \frac{0.005 \text{ M}}{1} \Rightarrow \Delta[\text{B}] = 2 \times 0.005 \text{ M} \Rightarrow \Delta[\text{B}] = 0.01 \text{ M} \quad \text{المستهلك من تركيز B}$$



$$\text{Rate} = (0.26 \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}) \times (0.01 \text{ M}) \times (0.025 \text{ M}) = 6.5 \times 10^{-5} \text{ M.s}^{-1}$$

③ $\text{A} + 2\text{B} + \text{C} \rightarrow \text{P}$ يجب تحديد ايهما يستهلك اسرع (**[B]** او **[C]**)

$$(0.03 = \frac{0.03}{2} \text{ C} , \text{ اقل زمن) } (0.01 = \frac{0.02}{2} \text{ B})$$

∴ يعتمد زمن توقف التفاعل على استهلاك المادة **B** (الاقل قيمة)

$$\text{Rate} = \frac{\text{Rate}_{(B)}}{n_B} \Rightarrow \text{Rate}_{(B)} = 2\text{Rate} \Rightarrow \text{Rate}_{(B)} = 2 \times 1.56 \times 10^{-4} = 3.12 \times 10^{-4} \text{ M.s}^{-1}$$

$$\text{Rate}_{(B)} = \frac{-([\text{B}]_2 - [\text{B}]_1)}{\Delta t} \Rightarrow 3.12 \times 10^{-4} \text{ M.s}^{-1} = \frac{-(0 - 0.02) \text{ M}}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{0.02 \text{ M}}{3.12 \times 10^{-4} \text{ M.s}^{-1}} = 64.1 \text{ s} \quad \text{زمن توقف التفاعل في التجربة الاولى}$$

$$(\text{مضاعفات السرعة}) = ([\text{B}])^\alpha \times ([\text{C}])^\beta = \left(\frac{1}{2}\right)^1 \left(\frac{1}{2}\right)^1 = \frac{1}{4} \quad \text{④}$$

(اي $\text{Rate}_2 = \frac{1}{4} \text{Rate}_1$ كانت عليه) تصبح السرعة ربع ما كانت عليه

نظريات سرعة التفاعل / وهي نظريات وضعت لتفسير كيفية حدوث التفاعل . واهما نظريتان : (**نظرية التصادم** : وفسرت كيفية حدوث التفاعل على الاساس الظاهري للعيان ، **ونظرية الحالة الانتقالية (نظرية العقد المنشط)** والتي فسرت حدوث التفاعل بطريقة ما يحدث داخل الجزيئات عند خضوعها لتفاعل)

نظرية التصادم / وهي اكثر شيوعا في الغازات وتفترض ما ياتي :

- ① يحصل التفاعل الكيميائي نتيجة تصادم دقائق المواد المتفاعلة مع بعضها ، وافترضت بان شكل الدقائق المتصادمة كرويا
- ② سرعة التفاعل تتناسب طرديا مع عدد التصادمات الحاصلة بين دقائق المواد المتفاعلة في وحدته الزمن.
- ③ لا تكون جميع التصادمات فعالة (**تؤدي الى حدوث تفاعل**) وتقود الى تكوين نواتج . فهناك اصطدامات تحدث بين الجزيئات دون ان يحصل تفاعل بينها فتسمى **اصطدامات غير فعالة** واصطدامات اخرى يحصل فيها تفاعل بين الجزيئات فتسمى **الاصطدامات الفعالة**.

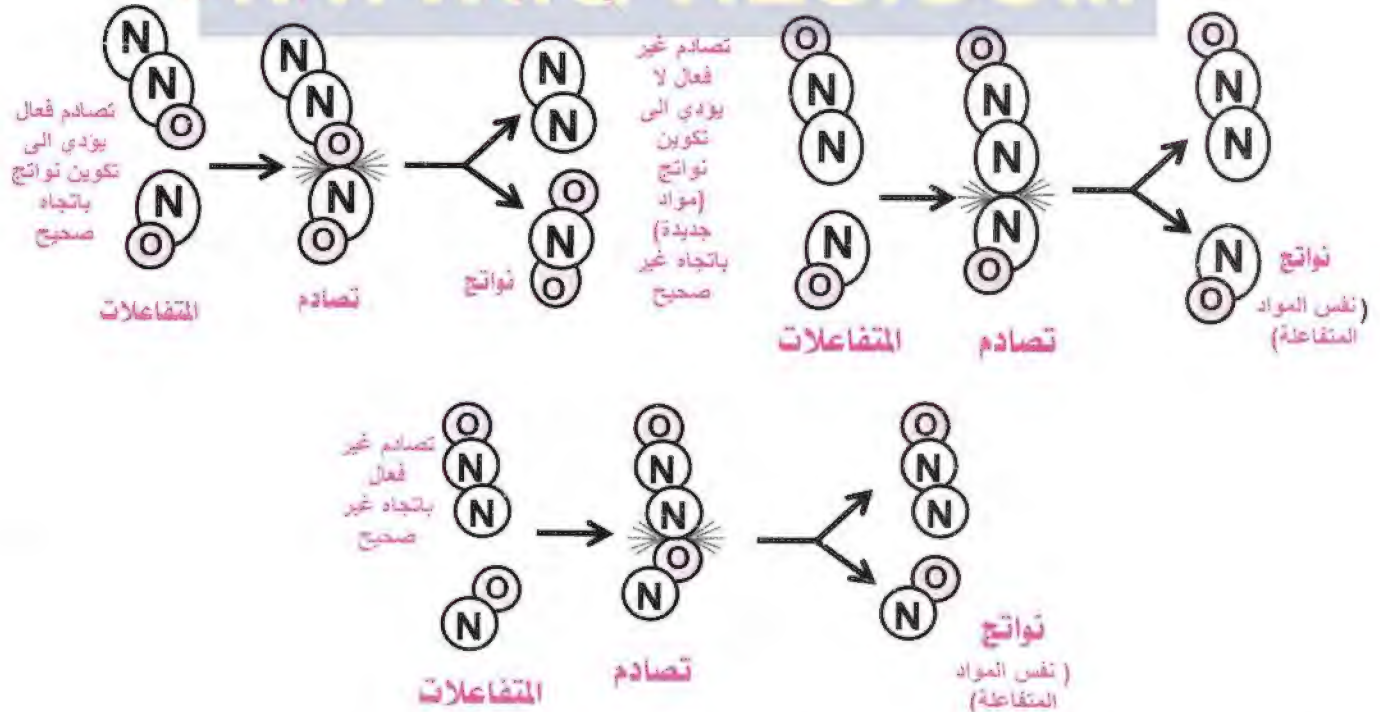
الاصطدام الفعال (المنتج) / وهو الاصطدام الذي يؤدي لحصول تفاعل بين جزيئتين ولحصوله يجب ان يتوافر فيه شرطان :

- ① ان تمتلك الجزيئات المتصادمة طاقة كافية تساوي او تفوق الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لحصول التفاعل (اي التغلب على قوة التنافر فيما بينها عند الاصطدام وتكسير روابط المواد المتفاعلة وتحويلها الى النواتج) والتي تدعى بطاقة التنشيط

- ② ان تكون الجزيئات المتصادمة بوضع فراغي (هندسي) مناسب والاتجاه الصحيح عند التصادم وتكوين النواتج المطلوبة.
- **طاقة التنشيط حسب نظرية التصادم / هي الحد الأدنى من الطاقة اللازمة التي يجب ان تمتلكها المواد المتفاعلة لحصول التفاعل وتكوين**

الاصطدام غير الفعال (غير المنتج) / وهو الاصطدام الذي لا يؤدي الى حصول تفاعل ولا تعطي ناتجا بسبب اما ان يكون للجزيئات المتصادمة طاقة كافية اقل من طاقة التنشيط للتفاعل او اتجاه الجزيئات المتصادمة غير صحيح ، حيث ترتد الجزيئات عن بعضهما ولا يحصل تفاعل.

مثال / يوضح بعض انواع التصادمات بين جزيئات NO و N_2O في الحالة الغازية للتفاعل



- حسب نظرية التصادم كلما زاد عدد الاصطدامات بين دقائق المواد المتفاعلة زادت احتمالية حدوث الاصطدامات المنتجة وبالتالي حدوث التفاعل.
- وجد عملياً بان عدد التصادمات تبلغ حوالي 1×10^{27} تصادم في الثانية الواحد بين جزيئات غاز حجمه 1L في الظروف الاعتيادية (ضغط 1atm وبدرجة حرارة 298K) ولو كانت جميعها منتجة لاكتملت جميع التفاعلات في لحظة خلط المواد المتفاعلة.
- ان الطاقة الداخلية (الكلية) لاية دقيقة متحركة تساوي مجموع (الطاقة الحركية والطاقة الكامنة) التي تمتلكها ، والجزيئات المتحركة بسرعة كبيره تمتلك طاقة حركية عالية وطاقة كامنة واطنة فعند اقتراب جزيئتين متحركتين بسرعة كبيره من بعضهما فان جزء من الطاقة الحركية لكل منهما سوف يتحول الى طاقة كامنة **يسبب** حصول التنافر بينهما والناتج عن وجود الكترونات في اغلفتها الخارجية، وفي لحظة التصادم تتوقف الجزيئتان عن الحركة وتتحول الطاقة الحركية لكل منهما الى طاقة كامنة للتصادم ، فاذا كانت هذه الطاقة اقل من طاقة التنشيط للتفاعل فانهما سوف ترتدان عن بعضهما دون ان يحصل تفاعل بينهما (اصطدام غير فعال) وفي حالة امتلاكهما لطاقة حركية كافية فسوف تندفعان بقوة كبيره وبسرعة عالية تمكنهما من التغلب على قوة التنافر والدخول في التفاعل (اصطدام فعال)

علل/ فشل نظرية التصادم في اعطاء القيم الحقيقية لسرع التفاعلات عند اختبارها ؟

- ج/ بسبب افتراضها بان الجزيئات جميعها كروية الشكل والذي لا ينطبق الا على عدد ضئيل من الجزيئات التي هي احادية الذرة.

تمرين (5-12)

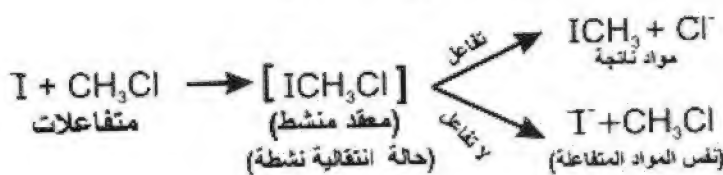
ما هي النصوص ادناه الخاطئة بالنسبة لفرضيات نظرية التصادم :

- (أ) حدوث التصادم بين الجزيئات المتفاعلة شرط اساسي لحدوث التفاعل
(ب) جميع التصادمات بين الجزيئات تؤدي لتكوين النواتج
(ج) لتتكون النواتج يجب بان تكون الجزيئات المتصادمة في الوضع الفراغي المناسب ؟

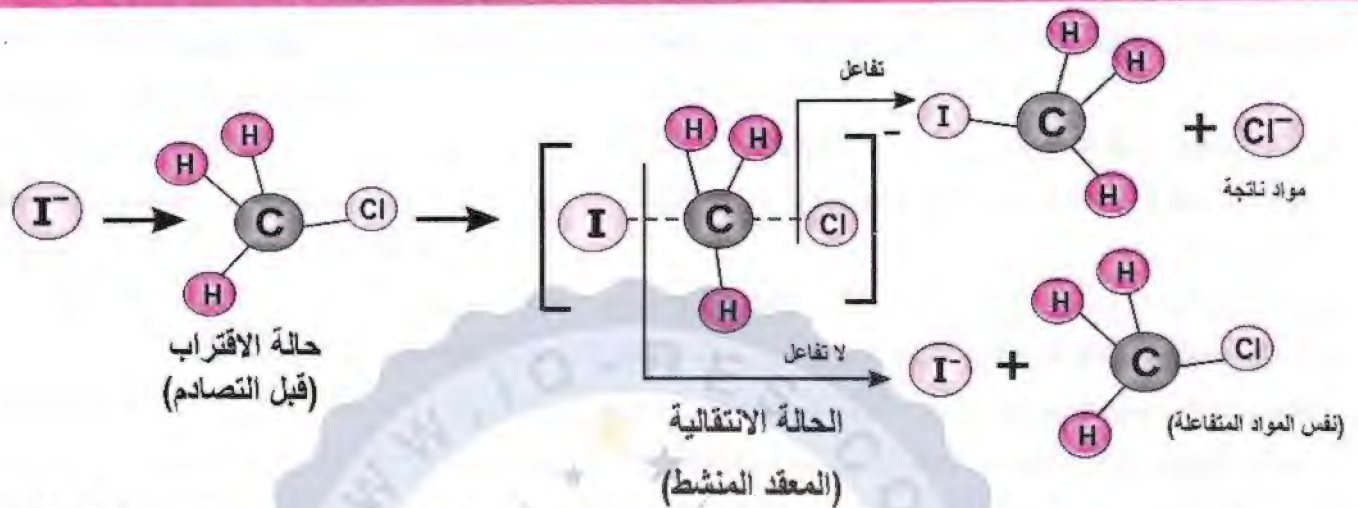
الحل / (أ) صحيحة (ب) خطأ (ج) صحيحة

نظرية الحالة الانتقالية (نظرية المعقد المنشط) / تفترض ما ياتي :

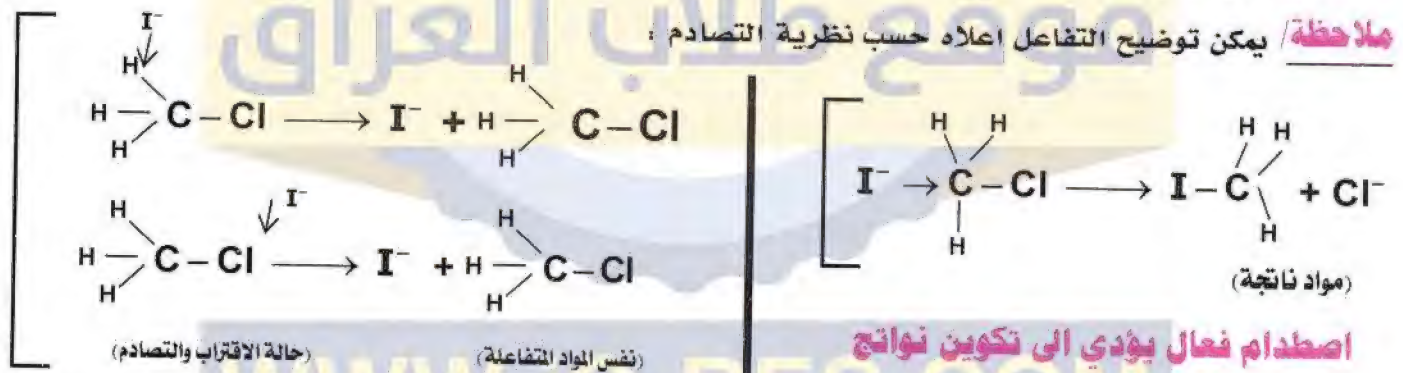
- ① ان اقتراب دقائق المواد المتفاعلة من بعضها لحدوث التفاعل تمر بحالة انتقالية نشطة والتي يتكون عندها ترتيب فضائي مؤقت يسمى المعقد المنشط (لذلك سميت بنظرية المعقد المنشط)
② **المعقد المنشط** / مركب نشط غير ثابت (غير مستقر) بسبب طاقته العالية تركيبه وسطا بين المواد المتفاعلة والناتجة ، ويكون في حالة توازن مع المواد المتفاعلة، وطاقته اكبر من طاقتها ، يمكن ان يتفكك اما لاعطاء النواتج فيحدث تفاعل او لاعطاء المواد المتفاعلة فلا يحدث تفاعل حسب ظروف التفاعل.



- ان طريقة تفكك المعقد المنشط يتوقف على كيفية تكسر الاواصر المؤقتة المتكونة بين ذرات المعقد المنشط كما في التفاعل الغازي الاتي :

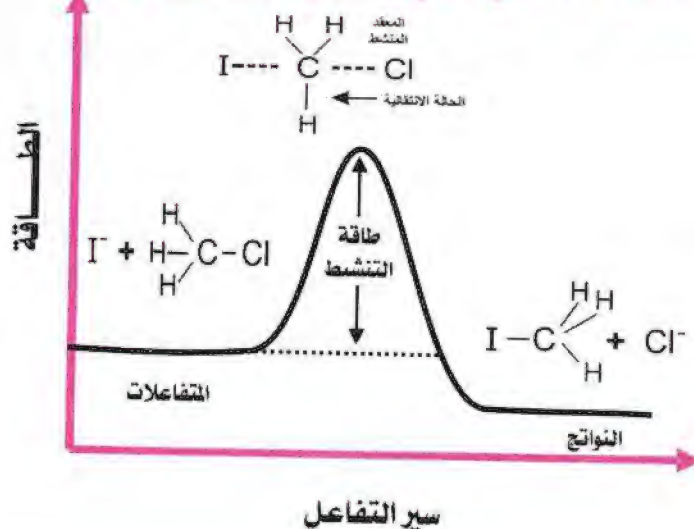


بعد اقتراب ايون اليوديد I^- الى ذرة الكربون C في جزيء كلوريد الميثيل CH_3Cl من خلف الاصره $C-Cl$ تتكون الحالة الانتقالية للتفاعل (المعقد المنشط) والذي يحتوي ثلاث اواصر اعتيادية $C-H$ وارتباطين ضعيفين (اواصر جزئية) بين $C-I$ و $C-Cl$ فاذا ازدادت قوة الارتباط بين C و I تنشأ اصره بينهما وانكسرت الاصره بين $C-Cl$ فينفصل Cl^- وتتكون مواد ناتجة هي Cl^- (ايون الكلوريد) و CH_3I (يوديد الميثيل). اما اذا انكسرت الاصره بين $C-I$ فينفصل I^- وتعود نفس المواد المتفاعلة وهي I^- و CH_3Cl (اي لا يحدث تفاعل)



تصادمات غير فعالة لان اتجاه الجزيئات المتصادمة غير صحيح
اضافة لعدم امتلاكها الطاقة الكافية لحصول اصطدام فعال

س/ وضح بمخطط سير التفاعل وفق نظرية الحالة الانتقالية للتفاعل الآتي (تفاعل باعث للحرارة)
 $I^- + CH_3Cl \rightarrow ICH_3 + Cl^-$ ؟



ج

طاقة التنشيط (حسب نظرية الحالة الانتقالية) / هي الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتكوين المعقد المنشط ،
 وتمثل الفرق بين طاقة المعقد المنشط وطاقة المواد المتفاعلة.

ملاحظة / في كلتا نظريتي السرعة نجد ان سرعة التفاعل الكيميائي ترتبط بعلاقة عكسية بطاقة التنشيط

علل ما يأتي /

- ① يكون التفاعل بطيئاً كلما كانت طاقة التنشيط كبيرة ؟ **ج/** لان نسبة عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة حركية تساوي او تفوق طاقة التنشيط نسبة صغيرة
- ② يكون التفاعل سريعاً كلما كانت طاقة التنشيط صغيرة ؟ **ج/** لان نسبة عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة حركية تساوي او تفوق طاقة التنشيط نسبة كبيرة

حرارة التفاعل / وهي كمية الحرارة الممتصة (قيمتها موجبة) او المنبعثة (قيمتها سالبة) خلال التفاعل الكيميائي ، وتمثل الفرق بين طاقة المواد الناتجة وطاقة المواد المتفاعلة .

[حرارة التفاعل = طاقة المواد الناتجة (طا 2) - طاقة المواد المتفاعلة (طا 1)]



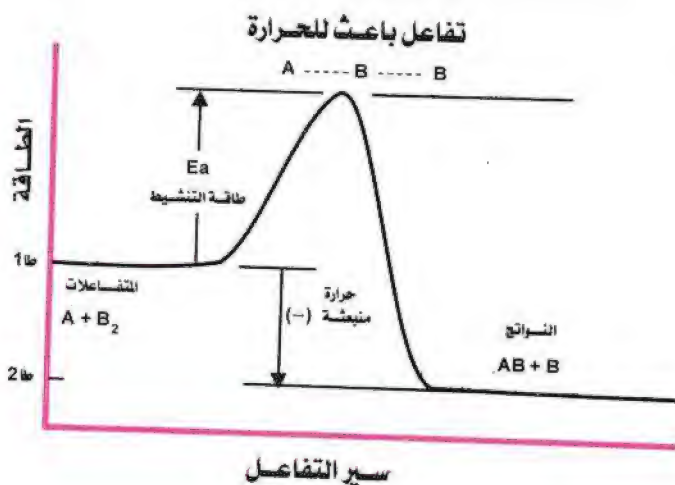
- عندما تكون طاقة المواد الناتجة اكبر من طاقة المواد المتفاعلة (طا 2 > طا 1) يكون التفاعل ماص للحرارة اي اشارة قيمة الحرارة موجبة (+)

كما موضح في مخطط التفاعل



(الذي يبين منحنى التفاعل)

ومستويات الطاقة لتفاعل ماص للحرارة)



- عندما تكون طاقة المواد الناتجة اصغر من طاقة المواد المتفاعلة (طا 2 < طا 1) يكون التفاعل باعث للحرارة اي اشارة قيمة الحرارة سالبة (-)

كما موضح في مخطط التفاعل



(الذي يبين منحنى التفاعل)

ومستويات الطاقة لتفاعل باعث للحرارة)

العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل

① **التركيز** / تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز احد المواد المتفاعلة بسبب زيادة عدد الاصطدامات بين دقائقها في وحدة الزمن

مثال / تضي الشظية المشتعلة في الهواء والذي يحتوي على غاز الاوكسجين بنسبة 20% ، لكنها تتوهج بشكل لهب عند ادخالها في قنينة مملوءة بغاز الاوكسجين والسبب هو ازدياد تركيز الاوكسجين والذي يؤدي الى ازدياد سرعة الاشتعال . كما يؤثر زيادة التركيز في زيادة سرعة التفاعلات المشتعلة على مواد متفاعلة في الحالة الغازية .

- ان زيادة الضغط يعمل على تقليل حجم الغاز وبالتالي زيادة تركيزه مما يزيد من سرعة التفاعل الكيميائي.

② **الطبيعة الفيزيائية وطبيعة المواد المتفاعلة** ان اختلاف الحالة الفيزيائية وطبيعة المواد المتفاعلة مهمة جدا لتحديد فعاليتها وسرعة تفاعلها

مثال / لو وضعنا كل قطعة من القطع الثلاث (**فلزات الصوديوم والباريوم والقصدير لها نفس الحجم**) في محلول حامض الهيدروكلوريك له نفس التركيز . نجد ان قطعة الصوديوم تتفاعل بشدة والباريوم بمعدل اقل سرعة والقصدير سيتفاعل ببطيء شديد.

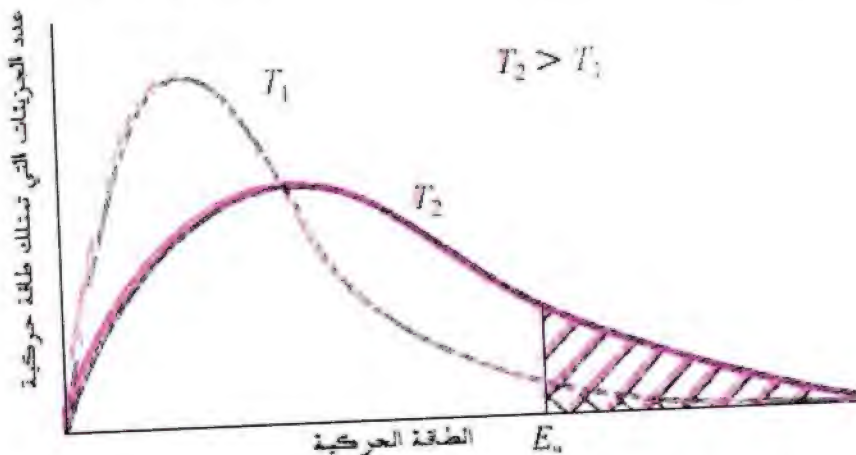
مثال / يشتعل الفسفور الابيض ويحترق بسرعة عند تعرضه لأكسجين الهواء لذلك يجب خزنه تحت الماء . بينما الفسفور الاحمر يتفاعل ببطء شديد جدا مع الهواء ولذلك يمكن خزنه بقناني مفتوحة .

- تزداد المساحة المعرضة للتفاعل بازدياد المساحة السطحية فيزداد عدد التصادمات وتزداد سرعة التفاعل.

مثال / يتفاعل مسحوق الطباشير (**كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ غير النقية**) بسرعة مع حامض الهيدروكلوريك المخفف لانه يمتلك مساحة سطحية كبيرة ، بينما اصبع الطباشير الذي يمتلك مساحة سطحية صغيرة يكون تفاعله ابطأ بكثير .

- يمكن زيادة المساحة السطحية للمادة الصلبة ، اما باذابتها في مذيب فيعمل المذيب على فصل الدقائق عن بعضها او بطحنها وتحويلها الى مسحوق ناعم . **علل** / احتراق مسحوق المغنيسيوم اشد من احتراق شريطه؟

③ **درجة الحرارة** / تزداد سرعة التفاعل بارتفاع درجة الحرارة وتنخفض بانخفاضها لان ارتفاع درجة الحرارة يؤدي الى (1) زيادة سرعة الجزيئات المتفاعلة فيزداد عدد تصادماتها في وحدة الزمن . (2) زيادة عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة حركية تساوي او تفوق طاقة التنشيط للتفاعل والتي تتفاعل لتكوين الناتج . **كما في المخطط الاتي:**



يتضح من المخطط ان في درجة حرارة T_1 يكون عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة حركية تساوي أو تفوق طاقة التنشيط محدودا. وان ارتفاع درجة الحرارة T_2 يؤدي الى زيادته ملحوظة في عدد الجزيئات التي لها طاقة حركية عالية تساوي أو تفوق طاقة التنشيط فتزداد سرعة التفاعل

● ان معظم التفاعلات تتضاعف سرعتها بارتفاع درجة الحرارة عشرة درجات (10°C) بسبب ازدياد نسبة الجزيئات الداخلة في التفاعل.

/س/ واجب/ كيف يؤثر عامل درجة الحرارة على سرعة التفاعل معززا اجابتك بالرسم ؟

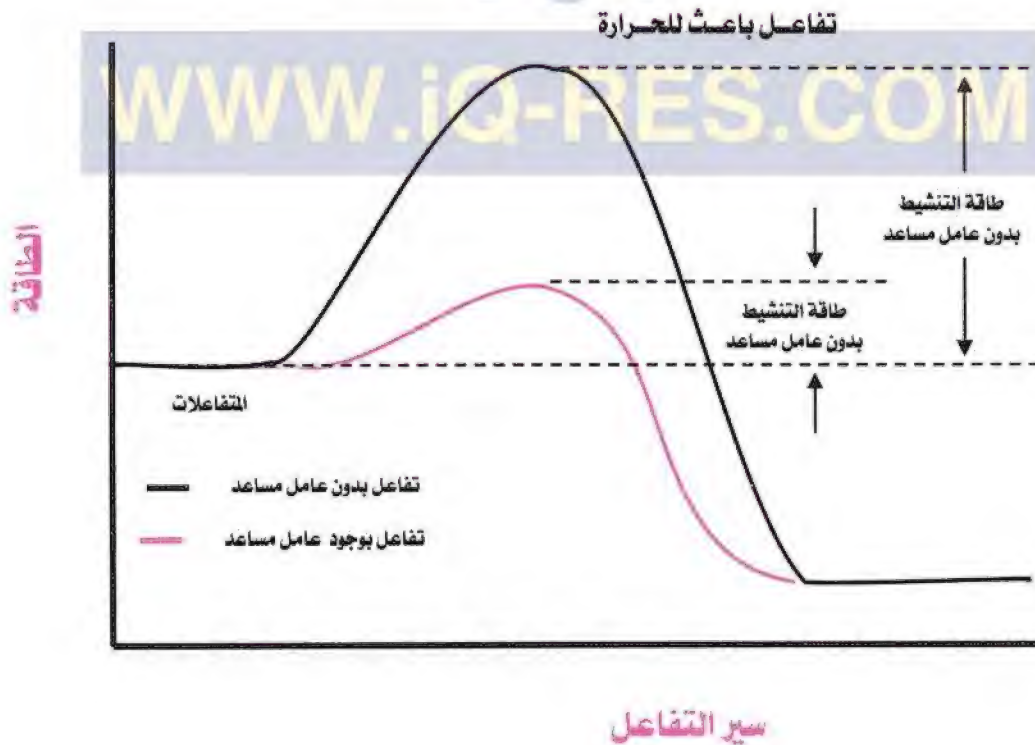
④ العامل المساعد / هو المادة التي تزيد من سرعة التفاعل دون ان تستهلك من خلاله

تأثير العامل المساعد / (1) يخفض من مستوى طاقة التنشيط للتفاعل فيزداد عدد الدقائق المتصادمة التي تمتلك طاقة حركية تساوي أو تفوق طاقة التنشيط المخفضة فتستطيع ان تتفاعل مكونة الناتج فتزداد سرعة التفاعل. (2) فتح مسلك جديد يختلف عن سير المسلك الاول قبل اضافة العامل المساعد وذلك بتكون معقد منشط جديد بطاقة اوطأ.

مثال / للتفاعل الآتي: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ يكاد هذا التفاعل لا يحصل بدرجة الحرارة الاعتيادية .

ولكن يجري بشكل سريع عند اضافة قليل من مسحوق البلاتين كعامل مساعد

/س/ وضح بمخطط يبين ان العامل المساعد يخفض طاقة التنشيط ويزيد سرعة التفاعل ؟



س/ قارن بين تاثير العامل المساعد وتأثير ارتفاع درجة الحرارة على سرعة التفاعل ؟

ج/ تأثير العامل المساعد (المحفز)	تأثير ارتفاع درجة الحرارة
(1) لا يؤثر في الطاقة الحركية للجزيئات	(1) يزيد الطاقة الحركية للجزيئات فيزداد عدد الاصطدامات فتزداد السرعة
(2) يخفض من طاقة التنشيط فيزداد عدد الجزيئات المتصادمة التي تمتلك طاقة حركية تساوي او تفوق طاقة التنشيط المخفضة	(2) لا يؤثر في طاقة التنشيط
(3) يغير من مسلك التفاعل فيعطي معقد منشط جديد بطاقة أوطأ فتزداد السرعة	(3) يزيد عدد الجزيئات التي تمتلك ما يساوي او يفوق طاقة التنشيط ولا يؤثر في مسلك التفاعل ولا يعطي معقد منشط جديد
(4) تأثيره اقوى على سرعة التفاعل	(4) ارتفاعها اقل تأثيرا من العامل المساعد على سرعة التفاعل

ميكانيكية (مسالك) التفاعل / وهي خطوات متتابعة او تفاعلات اولية (وسيطية) يمر بها التفاعل الكيميائي للوصول الى الناتج.

- التفاعلات التي تحدث باكثر من خطوة واحدة تسمى **بالتفاعلات المعقدة** والتفاعلات التي تحدث خلال خطوة واحدة تسمى **بالتفاعلات الاولى** وعليه فالتفاعل المعقد يشتمل على اكثر من تفاعل اولي.

الخطوة المحددة للسرعة (الخطوة البطيئة) / وهي الخطوة او التفاعل الاولى الابطأ سرعة من خطوات ميكانيكية التفاعل، وهي المحددة لسرعة التفاعل والتي ينطبق عليها قانون السرعة. وقد تحدث في اول التفاعل او اخره او في وسطه.

- تكون مراتب التفاعلات α و β و γ مساوي بالضبط الى عدد مولات المواد المتفاعلة في الخطوة المحددة للسرعة.
- اذا كان التفاعل العام يحدث بخطوة اولية واحدة فهي الخطوة البطيئة. اي ان المعادلة العامة لهذا التفاعل هي نفسها للخطوة المحددة للسرعة والتي ينطبق عليها قانون السرعة.

المركب الوسيط / مركب ينتج في احد خطوات التفاعل الاولى ويستهلك في خطوة اخرى في هذه التفاعلات لذلك لا يظهر في المعادلة العامة للتفاعل ولكنه يظهر في خطوات ميكانيكية التفاعل.

- المركب الوسيط مركب غير مستقر لكنه اكثر استقرارا من المعقد المنشط إذ أن ذراته ترتبط مع بعضها باواصر اعتيادية ويمكن فصله من التفاعل في بعض الحالات على عكس المعقد المنشط.

لافتراح ميكانيكية التفاعل يجب تطبيق الشروط الاتية/

- ① عند جمع معادلات التفاعل الاولى في ميكانيكية التفاعل المقترحة نحصل على المعادلة العامة للتفاعل
- ② مرتبة التفاعل لاي تفاعل اولي تكون اما من المرتبة الاولى او الثانية ، وتستبعد التفاعلات الاولى من المرتبة الثالثة وذلك لصعوبة حصول تصادم فعال بين ثلاث جزيئات في ان واحد.
- ③ قانون سرعة التفاعل للخطوة المحددة للسرعة يجب ان يكون مطابقا لقانون سرعة التفاعل العام وذلك لان سرعة التفاعل تتحدد بسرعة الخطوة المحددة للسرعة.

خطوات اقتراح ميكانيكية التفاعل /

- ① كتابة معادلة الخطوة البطيئة وتمثل موادها المتفاعلة التراكيز المذكورة في قانون السرعة وعدد مولاتها (عدد الجزيئات) تمثل اسس تراكيز المتفاعلات (مراتب التفاعلات) في قانون السرعة، ونكتب المركب الوسيط مع الناتج ثم نوازن المعادلة
- ② كتابة الخطوة السريعة/ تستهلك المركب الوسيط بتفاعله مع المتبقي ان وجد من متفاعلات المعادلة العامة (الاصلية) ونوازن المعادلة. (وقد تكتب خطوة سريعة ثانية في بعض الحالات). وللتحقيق نجمع المعادلات ونختصر المتشابهات من الطرفين فنحصل على المعادلة العامة.

مثال/ وجد عمليا ان التفاعل $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$ يحدث بخطوتين : ① $2NO \longrightarrow N_2O_2$

② $N_2O_2 + O_2 \longrightarrow 2NO_2$ بين ايها الخطوة البطيئة والخطوة السريعة ؟ وكيف يمكن التحقق من

صحة هذه المسالك؟ ثم اذكر قانون سرعة التفاعل العامة ؟

ج/ ان الخطوة البطيئة هي الخطوة رقم ① لان المركب الوسيط N_2O_2 (الذي لا يظهر في معادلة التفاعل العامة) موجود في نواتجها.

والخطوة السريعة هي الخطوة ② لان المركب الوسيط N_2O_2 موجود في متفاعلاتها مع المتبقي من متفاعلات المعادلة العامة للتفاعل.

قانون السرعة هو

$$\text{Rate} = K[NO][NO]$$

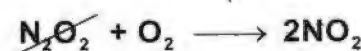
$$\text{Rate} = K[NO]^2 \text{ او } \text{Rate} = K[NO][NO]$$

حيث لم تذكر O_2 في قانون السرعة

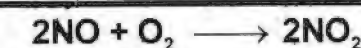
لأنها لم تذكر في الخطوة البطيئة



وللتحقق: الخطوة البطيئة



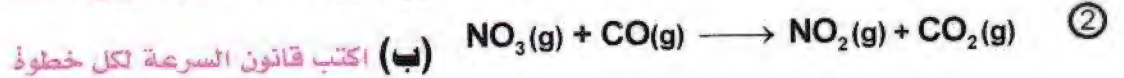
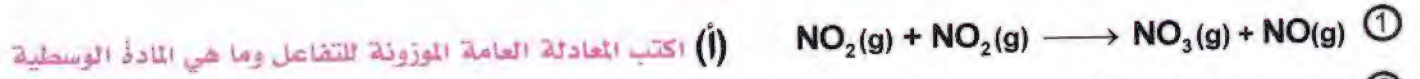
الخطوة السريعة



المعادلة العامة

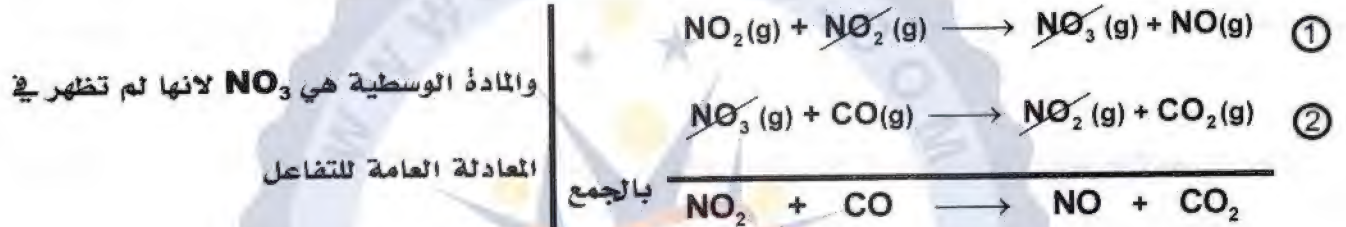
بالجمع

مثال / قانون سرعة التفاعل لتفاعل ما: $\text{Rate} = K[\text{NO}_2]^2$ ميكانيكية التفاعل المقترحة



(ج) عين الخطوؤ المحدد للسرعة

الحل / (أ) نجمع الخطوتين ① و ② ونختصر المواد المتشابهة فنحصل على معادلة التفاعل



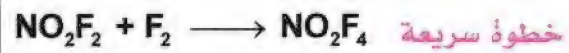
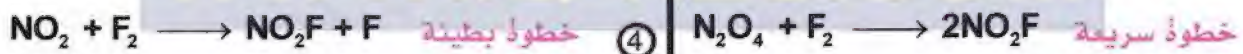
(ج) الخطوؤ الاولى هي الخطوؤ المحدد للسرعة، لان قانون السرعة لها يتطابق مع قانون سرعة التفاعل

(ب) قانون سرعة التفاعل للخطوؤ الاولى: $\text{Rate} = K[\text{NO}_2]^2$

وقانون سرعة التفاعل للخطوؤ الثانية: $\text{Rate} = K[\text{NO}_3][\text{CO}]$ ،
الخطوتان الاولى والثانية من المرتبة الثانية

مثال / للتفاعل الاتي: $2\text{NO}_2 + \text{F}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2\text{F}$ قانون سرعة التفاعل هو: $\text{Rate} = K[\text{NO}_2][\text{F}_2]$ تم

اقترح ميكانيكية التفاعل باربع طرق مختلفة، بين مع ذكر السبب ميكانيكية التفاعل الصحيحة والخطأ.



الحل / ① خطأ، لان قانون السرعة للخطوؤ البطيئة $\text{Rate} = K[\text{NO}_2]^2$ لا يتطابق مع قانون السرعة للتفاعل

② خطأ، وذلك لان حاصل جمع الخطوتين لا ينتج معادلة التفاعل $\text{NO}_2 + 2\text{F}_2 \longrightarrow \text{NO}_2\text{F}_4$

③ خطأ، لان ميكانيكية التفاعل من خطوؤ واحد ومن المرتبة الثالثة

④ صحيحة ، لانها تحقق الشروط الثلاثة الاتية، (أ) عند جمع الخطوتين نحصل على معادلة التفاعل العامة

(ب) مرتبة التفاعل لكل خطوؤ من المرتبة العامة الثانية وهي مقبولة.

(ج) قانون السرعة للخطوؤ البطيئة مطابق لقانون السرعة للتفاعل العام: $\text{Rate} = K[\text{NO}_2][\text{F}_2]$

مثال / افترض التفاعل الآتي: $A + 2B \longrightarrow AB_2$ وتم اقتراح الميكانيكية الآتية له:

- | | |
|---|---|
| (أ) هل تحقق هذه الميكانيكية هذا التفاعل | $B + B \longrightarrow B_2$ خطوة بطيئة |
| (ب) ما هو قانون سرعة هذا التفاعل | $B_2 + A \longrightarrow AB + B$ خطوة سريعة |
| (ج) ما هي المرتبة العامة للتفاعل | $B + AB \longrightarrow AB_2$ خطوة سريعة |
| (د) ما هي المركبات الوسيطة في هذا التفاعل | |

الحل / (أ) نعم تحقق هذه الميكانيكية هذا التفاعل لأن جمع التفاعلات الأولية تؤدي الى المعادلة العامة للتفاعل

(ب) قانون السرعة هو $Rate = K[B][B]$ أو $Rate = K[B]^2$ **(ج)** التفاعل من المرتبة الثانية

(د) المواد الوسيطة هي B_2 و AB

تمرين (5-13)

تم اقتراح ميكانيكية لتفاعل ما مكونة من خمس خطوات هي الآتية:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1- اكتب معادلة التفاعل الموزونة | $2NO(g) \longrightarrow N_2O_2(g)$ |
| 2- اكتب قانون سرعة التفاعل لكل خطوة | $2(H_2(g) \longrightarrow 2H(g))$ |
| 3- عين مرتبة التفاعل لكل خطوة | $N_2O_2(g) + H(g) \longrightarrow N_2O(g) + HO(g)$ |
| 4- عين المواد الوسيطة | $2(HO(g) + H(g) \longrightarrow H_2O(g))$ |
| | $H(g) + N_2O(g) \longrightarrow HO(g) + N_2(g)$ |

2 قانون سرعة التفاعل للخطوة الاولى

$$Rate_1 = k_1[NO]^2$$

قانون السرعة للخطوة الثانية

$$Rate_2 = k_2[H_2]$$

قانون السرعة للخطوة الثالثة

$$Rate_3 = k_3[N_2O_2][H]$$

قانون السرعة للخطوة الرابعة

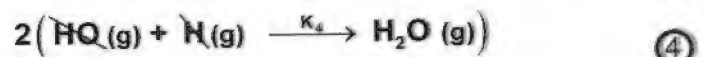
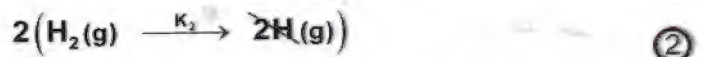
$$Rate_4 = k_4[HO][H]$$

قانون السرعة للخطوة الخامسة

$$Rate_5 = k_5[H][N_2O]$$

1 لايجاد معادلة التفاعل الموزونة

نجمع المعادلات الخمس



بإلجمع



وهي المعادلة العامة للتفاعل

3 الخطوات 1 و 2 و 3 و 4 و 5 من المرتبة الثانية والخطوة 2 من المرتبة الاولى .

4 المواد الوسيطة هي N_2O_2 و H و N_2O و HO لأنها لم تظهر في المعادلة العامة للتفاعل .

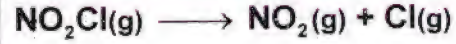


تمرين (5-14)

ميكانيكية التفاعل المقترحة لتفاعل ما هي:

اكتب معادلة التفاعل العامة الموزونة

①



اكتب قانون السرعة لكل خطوة

②



ما مرتبة التفاعل العامة

③

قانون سرعة التفاعل: $\text{Rate} = K[\text{NO}_2\text{Cl}]$

اي الخطوتين محددة للسرعة ولماذا ؟

④

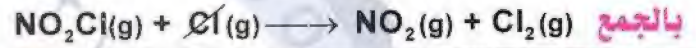
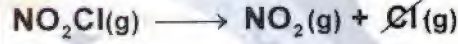
قانون السرعة للخطوة الاولى

②

$$\text{Rate}_1 = K[\text{NO}_2\text{Cl}]$$

قانون السرعة للخطوة الثانية

$$\text{Rate}_2 = K[\text{NO}_2\text{Cl}][\text{Cl}]$$



وهي معادلة التفاعل العامة الموزونة

الحل / ①

بالجمع

③

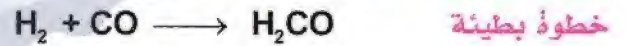
المرتبة العامة للتفاعل هي الاولى حسب قانون سرعة التفاعل العام.

④

الخطوة الاولى هي المحددة للسرعة لان قانون السرعة لها $\text{Rate} = K[\text{NO}_2\text{Cl}]$ يتطابق مع قانون سرعة

التفاعل العام

تمرين (5-15)

افترض التفاعل الآتي: $3\text{H}_2 + \text{CO} \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ يتبع الميكانيكية الآتية:

$$\text{Rate} = K[\text{H}_2]^2[\text{CO}] \quad \text{(ب)}$$

$$\text{Rate} = K[\text{H}_2]^2[\text{CO}]^2 \quad \text{(أ)}$$

فقانون السرعة لهذا التفاعل هو:

$$\text{Rate} = K[\text{H}_2]^2[\text{CO}]^3 \quad \text{(هـ)}$$

$$\text{Rate} = K[\text{H}_2][\text{CO}] \quad \text{(د)}$$

$$\text{Rate} = K[\text{H}_2][\text{CO}]^2 \quad \text{(ج)}$$

الحل / ان قانون السرعة للخطوة البطيئة يمثل قانون سرعة التفاعل العام وهو $\text{Rate} = K[\text{H}_2][\text{CO}]$

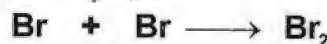
لذا فان الاجابة الصحيحة هي (د)

مثال / اذا علمت ان الخطوة البطيئة للتفاعل الفأزي: $2\text{HBr} + \text{NO}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NO} + \text{Br}_2$ تتضمن تفاعلجزيئة واحدة من HBr مع جزيئة واحدة من NO_2 اقترح ميكانيكية لهذا التفاعل على فرض تكوين HONO الوسيطالحل / في حالة وجود ذرة غاز في ناتج الخطوة البطيئة مثل Br وكذلك السريعة بينما توجد جزيئة نفس الغاز(Br_2) في لمعادلة الاصلية (العامة) فيجب اقتراح معادلة ثالثة.

الخطوة البطيئة



الخطوة السريعة



الخطوة السريعة

للتحقق



المعادلة الاصلية



خلاصة قوانين الفصل الخامس

$$M_{(mol/L)} = \frac{n_{(mol)}}{V_{(mL)}}$$

أو

$$M_{(mol/L)} = \frac{m_{(g)}}{M_{(g/mol)}} \times \frac{1000}{V_{(mL)}}$$

قياس سرعة التفاعل

لتغير تراكيز النواتج (P)

$$Rate_P = \frac{\Delta[P]}{\Delta t} = \frac{[P]_2 - [P]_1}{t_2 - t_1}$$

لتغير تراكيز المتفاعلات (R)

$$Rate_R = \frac{-\Delta[R]}{\Delta t} = \frac{-([R]_2 - [R]_1)}{t_2 - t_1}$$

لايجاد سرعة التفاعل مادة معينة بدلالة مادة اخرى (علاقة الربط)

$$\frac{Rate_{(1)}}{n_1} = \frac{Rate_{(2)}}{n_2}$$

$$\frac{\pm \Delta[1]}{\Delta t} = \frac{\pm \Delta[2]}{\Delta t}$$

السرعة العامة للتفاعل / هي السرعة بدلالة مول واحد من اي مادة اي انها،

$$Rate = \frac{Rate[J]}{n_J}$$

السرعة العامة للتفاعل = السرعة بدلالة تركيز مادة معينة
عدد مولاتها في المعادلة

$$Rate = K[A]^\alpha [G]^\beta [H]^\gamma$$

قانون سرعة التفاعل

$$n = \alpha + \beta + \gamma$$

المرتبة العامة للتفاعل

- لاستنتاج قانون السرعة لتفاعل يجب ايجاد مراتب المتفاعلات ولايجاد سرعة تفاعل ما (Rate) باستخدام قانون السرعة يجب ايجاد مراتب المتفاعلات وثابت سرعة التفاعل K
- المواد المتفاعلة وعدد المولات في المعادلة للخطوة البطيئة (المحدد سرعة التفاعل) تمثل التراكيز واسسها في قانون السرعة ومعادلة العامة تمثل مجموع (الخطوة البطيئة والخطوة او الخطوات السريعة)

• في حالة وجود مادة متغيرة التركيز والاخرى ثابتة التركيز

$$\frac{Rate_2}{Rate_1} = \left(\frac{[A]_2}{[A]_1} \right)^\alpha$$

أو $(\text{مضاعفات})^\alpha = (\text{مضاعفات السرعة})$

• في حالة وجود مادتين تركيزهما متغير

$$\frac{Rate_2}{Rate_1} = \left(\frac{[A]_2}{[A]_1} \right)^\alpha \times \left(\frac{[G]_2}{[G]_1} \right)^\beta$$

أو $(\text{مضاعفات})^\beta = (\text{مضاعفات})^\alpha \times (\text{مضاعفات السرعة})$

مكتب الشمس

اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصرا



اسئلة الفصل الخامس

5-1 / التفاعل الاتي : $N_2O_5 \longrightarrow 2NO_2 + \frac{1}{2}O_2$ ومن النتائج في الجدول الاتي :

احسب معدل سرعة التفاعل لكل فترة من الفترات التالية بوحدة الساعة

(أ) من 0.00 الى 0.50

(ب) من 0.50 الى 1.00

(ج) من 1.00 الى 2.00

t/hr	[N ₂ O ₅] /mol/L
0.00	0.849
0.50	0.733
1.00	0.633
2.00	0.472

الحل /

$$\text{Rate}_{(N_2O_5)} = \frac{-([N_2O_5]_2 - [N_2O_5]_1)}{t_2 - t_1} = \frac{-(0.733 - 0.849) \text{ mol/L}}{(0.50 - 0) \text{ hr}} = \frac{(0.116) \text{ mol/L}}{(0.50) \text{ hr}} = \boxed{0.232} \frac{\text{mol}}{\text{L.hr}} \quad (\text{أ})$$

$$\text{Rate}_{(N_2O_5)} = \frac{-(0.633 - 0.733) \text{ mol/L}}{(1.00 - 0.50) \text{ hr}} = \frac{(0.1) \text{ mol/L}}{(0.50) \text{ hr}} = \boxed{0.2} \frac{\text{mol}}{\text{L.hr}} \quad (\text{ب})$$

$$\text{Rate}_{(N_2O_5)} = \frac{-(0.472 - 0.633) \text{ mol/L}}{(2 - 1) \text{ hr}} = \frac{(0.161) \text{ mol/L}}{1 \text{ hr}} = \boxed{0.161} \frac{\text{mol}}{\text{L.hr}} \quad (\text{ج})$$

5-2 / التفاعل الاتي من المرتبة الثانية بالنسبة للمتفاعل NO₂ ومن المرتبة صفر بالنسبة للمتفاعل CO



(أ) اكتب قانون السرعة للتفاعل

(ب) كيف تتغير سرعة التفاعل عند خفض تركيز NO₂ الى النصف

(ج) كيف تتغير سرعة التفاعل عند مضاعفة تركيز CO

الحل /

$$\text{Rate} = k[NO_2]^2 \quad \therefore \text{قانون السرعة} \quad \text{Rate} = k[NO_2]^2[CO]^0 \quad (\text{أ})$$

$$\frac{1}{4} \quad \therefore \text{تتخفض سرعة التفاعل الى} \quad \frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{\left(\frac{1}{2}NO_2\right)^2}{(NO_2)^2} = \boxed{\frac{1}{4}} \quad (\text{ب})$$

اي ان السرعة الثانية تساوي رابع السرعة الاولى

(ج) ان مضاعفة [CO] لا يؤثر (لا يتغير) سرعة التفاعل لانه من المرتبة الصفرية واي رقم اسه = 1
لذلك لا يؤثر في سرعة التفاعل - ([CO]⁰=1)

3-5 / التفاعل الآتي من المرتبة الأولى بالنسبة للمتفاعل Br_2 ومن المرتبة الثانية بالنسبة للمتفاعل NO 

(أ) اكتب قانون سرعة التفاعل

(ب) كيف تتغير سرعة التفاعل عند جعل تركيز Br_2 ثلاثة أمثال التركيز الأول فقط(ج) كيف تتغير سرعة التفاعل عند مضاعفة تركيز NO فقط(د) كيف تتغير سرعة التفاعل عند مضاعفة تركيز كل من Br_2 و NO معا

$$\text{الحل / (أ)} \quad \text{Rate} = K[NO]^2[Br_2]$$

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \left(\frac{2NO}{NO} \right)^2 \left(\frac{Br_2}{Br_2} \right)^1 = 4 \quad \text{(ج)}$$

$$\text{Rate}_2 = 4\text{Rate}_1$$

∴ تزداد السرعة بمقدار 4 مرات

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \left(\frac{2NO}{NO} \right)^2 \left(\frac{2Br_2}{Br_2} \right)^1 = 8 \quad \text{(د)}$$

$$\text{Rate}_2 = 8\text{Rate}_1$$

∴ تزداد السرعة الثانية بقدر السرعة الأولى 8 مرات

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \left(\frac{NO}{NO} \right)^2 \left(\frac{3Br_2}{Br_2} \right)^1 = 3 \quad \text{(ب)}$$

$$\text{Rate}_2 = 3\text{Rate}_1$$

∴ تزداد السرعة بمقدار 3 مرات

4-5 / للتفاعل الآتي: $Pt(NH_3)_2Cl_2 + H_2O \longrightarrow Pt(NH_3)_2(H_2O)Cl^+ + Cl^-$ قانون سرعة التفاعل $\text{Rate} = K[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ بقيمة $K = 0.090 \text{ hr}^{-1}$ (أ) أحسب سرعة التفاعل عندما يكون تركيز $Pt(NH_3)_2Cl_2 = (0.040M, 0.020M, 0.010M)$ (ب) كيف تتغير سرعة استهلاك $Pt(NH_3)_2Cl_2$ مع تغير تركيزه(ج) ما تأثير تغير تركيز $Pt(NH_3)_2Cl_2$ على سرعة تكوين Cl^-

$$\text{الحل / (أ)} \quad \text{Rate} = k[Pt(NH_3)_2Cl_2]$$

$$\text{عند تركيز } 0.040 \text{ M} \quad \text{Rate} = 0.09 \text{ hr}^{-1} \times 0.04 \text{ M} = 0.0036 \text{ M.hr}^{-1}$$

$$\text{عند تركيز } 0.02 \text{ M} \quad \text{Rate} = 0.09 \text{ hr}^{-1} \times 0.02 \text{ M} = 0.0018 \text{ M.hr}^{-1}$$

$$\text{عند تركيز } 0.01 \text{ M} \quad \text{Rate} = 0.09 \text{ hr}^{-1} \times 0.01 \text{ M} = 0.0009 \text{ M.hr}^{-1}$$

(ب) بما أن اس تركيز $Pt(NH_3)_2Cl_2 = 1$ فان تغير هذا التركيز يؤدي الى تغير مماثل (تغير طردي) في سرعة التفاعل (سرعة استهلاكه)(ج) يؤثر تغير تركيز $Pt(NH_3)_2Cl_2$ على سرعة تكوين Cl^- طردياً لأن استهلاك 1 mole من $Pt(NH_3)_2Cl_2$ ينتج 1 mole من Cl^- 



ومن نتائج التجارب في الجدول ادناه :

Exp. No	$[\text{CH}_3\text{COCH}_3]$	$[\text{Br}_2]$	$[\text{H}^+]$	Rate mol/L.s
1	0.30	0.05	0.05	5.7×10^{-5}
2	0.30	0.10	0.05	5.7×10^{-5}
3	0.30	0.05	0.10	12.0×10^{-5}
4	0.40	0.05	0.05	7.6×10^{-5}

(أ) استنتج قانون سرعة التفاعل

(ب) احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل

(ج) احسب سرعة التفاعل عندما

$[\text{CH}_3\text{COCH}_3] = [\text{Br}_2] = 0.10\text{M}$ و $[\text{H}^+] = 0.050\text{M}$

الحل / (أ) قانون السرعة $\text{Rate} = K[\text{CH}_3\text{COCH}_3]^\alpha [\text{Br}_2]^\beta [\text{H}^+]^\gamma$

من التجربتين ① و ②

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K[\text{CH}_3\text{COCH}_3]_2^\alpha [\text{Br}_2]_2^\beta [\text{H}^+]_2^\gamma}{K[\text{CH}_3\text{COCH}_3]_1^\alpha [\text{Br}_2]_1^\beta [\text{H}^+]_1^\gamma} \rightarrow \frac{5.7 \times 10^{-5}}{5.7 \times 10^{-5}} = \frac{K(0.3)^\alpha (0.1)^\beta (0.05)^\gamma}{K(0.3)^\alpha (0.05)^\beta (0.05)^\gamma}$$

$$1 = 2^\beta \Rightarrow 2^0 = 2^\beta \Rightarrow \boxed{\beta = 0}$$

لذا فمرتبة التفاعل بالنسبة لـ Br_2 تساوي صفر (0)

لتحديد α نقسم تجربة 4 على تجربة 2 بعد تعويضهما في قانون السرعة

$$\frac{\text{Rate}_4}{\text{Rate}_2} = \frac{K[\text{CH}_3\text{COCH}_3]_4^\alpha [\text{H}^+]_4^\beta}{K[\text{CH}_3\text{COCH}_3]_2^\alpha [\text{H}^+]_2^\beta} \rightarrow \frac{7.6 \times 10^{-5}}{5.7 \times 10^{-5}} = \frac{K(0.4)^\alpha (0.05)^\beta}{K(0.3)^\alpha (0.05)^\beta}$$

$$(1.3) = (1.3)^\alpha \Rightarrow \boxed{\alpha = 1}$$

∴ التفاعل من المرتبة الاولى بالنسبة لـ CH_3COCH_3

لتحديد γ نقسم تجربة 3 على تجربة 2 بعد تعويضهما في قانون السرعة

$$\frac{\text{Rate}_3}{\text{Rate}_2} = \frac{K[\text{CH}_3\text{COCH}_3]_3^\alpha [\text{H}^+]_3^\gamma}{K[\text{CH}_3\text{COCH}_3]_2^\alpha [\text{H}^+]_2^\gamma} \rightarrow \frac{12 \times 10^{-5}}{5.7 \times 10^{-5}} = \frac{K(0.3)^\alpha (0.1)^\gamma}{K(0.3)^\alpha (0.05)^\gamma}$$

$$(2) = (2)^\gamma \Rightarrow \boxed{\gamma = 1}$$

∴ التفاعل من المرتبة الاولى بالنسبة لـ H^+

∴ قانون السرعة للتفاعل $\text{Rate} = K[\text{CH}_3\text{COCH}_3][\text{H}^+]$

$$n = \alpha + \beta = 1 + 1 = \boxed{2}$$

المرتبة العامة للتفاعل (0) من الجدول مباشرة : من تجرتي ① و ②

ملاحظة / يمكن معرفة مرتبة التفاعل لـ Br_2 تساوي صفر (0) من الجدول مباشرة : من تجرتي ① و ②

نلاحظ ان تراكيز CH_3COCH_3 و H^+ ثابتة بينما تركيز Br_2 متغير والسرعة ثابتة وهذا يعني

ان تغير تركيز Br_2 لا يؤثر في سرعة التفاعل اي ان اس تركيز Br_2 = صفر والتفاعل من

المرتبة صفر بدلالة Br_2 ولا يظهر في قانون السرعة.



(ب) لحساب k نعوض اي تجربة ولتكن (1) في قانون السرعة $\text{Rate} = k[\text{CH}_3\text{COCH}_3][\text{H}^+]$

$$5.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L.s} = K(0.3) \text{ mol/L} \times (0.05) \text{ mol/L}$$

$$k = \frac{5.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L.s}}{(0.3 \times 0.05) \text{ mol}^2/\text{L}^2} = \boxed{38 \times 10^{-4}} \text{ L/mol.s}$$

$$\text{Rate} = 38 \times 10^{-4} \frac{\text{L}}{\text{mol.s}} \times 0.1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.05 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 38 \times 10^{-4} \times 0.005 \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} = \boxed{0.19 \times 10^{-4}} \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} \quad (\text{ج})$$

5 - 6 / تحليل خلايا الميثيل في وسط قاعدي مكونة ايون الفلات وكحول الميثيل ، بحسب المعادلة الآتية :



قانون سرعة التفاعل $\text{Rate} = K[\text{CH}_3\text{COOCH}_3][\text{OH}^-]$ وقيمة $K = 0.14 \text{ L/mol.s}$

(أ) ما سرعة تحليل خلايا الميثيل عندما يكون تركيز كل من $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ و OH^- يساوي 0.025M

(ب) ما سرعة ظهور CH_3OH في المحلول ؟

الحل / (أ)

$$\text{Rate} = K[\text{CH}_3\text{COOCH}_3][\text{OH}^-] = 0.14 \frac{\text{L}}{\text{mol.s}} \times 0.025 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.025 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$= 14 \times 10^{-2} \frac{1}{\text{s}} \times 25 \times 10^{-3} \times 25 \times 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 8750 \times 10^{-8} \text{ M.s}^{-1} = \boxed{8.750 \times 10^{-5}} \text{ M.s}^{-1}$$

$$\frac{\text{Rate}_{(\text{CH}_3\text{COOCH}_3)}}{1} = \frac{\text{Rate}_{(\text{CH}_3\text{OH})}}{1} \rightarrow \text{Rate}_{(\text{CH}_3\text{COOCH}_3)} = \text{Rate}_{(\text{CH}_3\text{OH})} = \boxed{8.750 \times 10^{-5}} \text{ M.s}^{-1} \quad (\text{ب})$$

لاحظ / ان عدد مولات خلايا الميثيل تساوي عدد مولات كحول الميثيل لذلك فان سرعة استهلاك خلايا الميثيل

$$8.75 \times 10^{-5} \text{ mol/L.s} = (\text{CH}_3\text{OH}) \text{ تساوي سرعة تكوين كحول الميثيل}$$

5 - 7 / للتفاعل الآتي $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ومن نتائج التجارب في الجدول الآتي:

(أ) استنتج قانون سرعة التفاعل

(ب) احسب قيمة ثابت السرعة

(ج) احسب سرعة التفاعل عندما يكون تركيز

كل من NO و H_2 يساوي $8.0 \times 10^{-3}\text{M}$

Exp.No	$[\text{H}_2]$	$[\text{NO}]$	Rate mol/L.s
1	2.5×10^{-3}	5.0×10^{-3}	3.0×10^{-3}
2	2.5×10^{-3}	15.0×10^{-3}	9.0×10^{-3}
3	10.0×10^{-3}	15.0×10^{-3}	36.0×10^{-3}

الحل (ا) نكتب قانون سرعة التفاعل $\text{Rate} = K[\text{H}_2]^\alpha [\text{NO}]^\beta$

لتحديد قيمة α نقسم تجربة 3 على تجربة 2 بعد تعويضهما في قانون السرعة

$$\frac{\text{Rate}_3}{\text{Rate}_2} = \frac{K[\text{H}_2]_3^\alpha [\text{NO}]_3^\beta}{K[\text{H}_2]_2^\alpha [\text{NO}]_2^\beta} \Rightarrow \frac{36 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{-3}} = \frac{K(10 \times 10^{-3})^\alpha (15 \times 10^{-3})^\beta}{K(2.5 \times 10^{-3})^\alpha (15 \times 10^{-3})^\beta}$$

$$(4) = (4)^\alpha \Rightarrow \boxed{\alpha = 1}$$

∴ التفاعل من المرتبة الاولى بدلالة H_2

لتحديد قيمة β نقسم تجربة 2 على تجربة 1 بعد تعويضهما في قانون السرعة

$$\frac{9 \times 10^{-3}}{3 \times 10^{-3}} = \frac{K(2.5 \times 10^{-3})^\alpha (15 \times 10^{-3})^\beta}{K(2.5 \times 10^{-3})^\alpha (5 \times 10^{-3})^\beta}$$

$$(3) = (3)^\beta \Rightarrow \boxed{\beta = 1}$$

$$n = \alpha + \beta = 1 + 1 = \boxed{2}$$

∴ التفاعل من المرتبة الاولى بدلالة NO

∴ قانون السرعة $\text{Rate} = K[\text{H}_2] [\text{NO}]$

(ب) لحساب K نعوض تجربة (1) في قانون السرعة $\text{Rate} = K[\text{H}_2] [\text{NO}]$

$$3 \times 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} = K(2.5 \times 10^{-3}) \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times (5 \times 10^{-3}) \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$K = \frac{3 \times 10^{-3} \text{ mol/L.s}}{(2.5 \times 10^{-3}) \text{ mol/L} \times (5 \times 10^{-3}) \text{ mol/L}} = \frac{3 \text{ 1/s}}{12.5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}} = 0.24 \times 10^3 \text{ L/mol.s}$$

$$\text{Rate} = 0.24 \times 10^3 \frac{\text{L}}{\text{mol.s}} \times (8 \times 10^{-3}) \text{M} \times (8 \times 10^{-3}) \text{M} = 1536 \times 10^{-6} = \boxed{1.536 \times 10^{-2}} \text{ M.s}^{-1} \quad \text{(ج)}$$

8-5 / للتفاعل الآتي $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) \rightarrow 2\text{CH}_2\text{O}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ ومن نتائج التجارب في الجدول الآتي

(ا) استنتج قانون سرعة التفاعل

ثم احسب قيمة K

(ب) احسب سرعة التفاعل عندما يكون تركيز كل

من O_3 و C_2H_4 يساوي $2.0 \times 10^{-7} \text{M}$

Exp.No	$[\text{C}_2\text{H}_4]$	$[\text{O}_3]$	Rate mol/L.s
1	1.0×10^{-8}	0.5×10^{-7}	1.0×10^{-12}
2	1.0×10^{-8}	1.5×10^{-7}	3.0×10^{-12}
3	2.0×10^{-8}	1.0×10^{-7}	4.0×10^{-12}

الحل (ا) نكتب قانون سرعة التفاعل $\text{Rate} = K[\text{C}_2\text{H}_4]^\alpha [\text{O}_3]^\beta$

لتحديد قيمة β نقسم تجربة 2 على 1 بعد تعويضهما في قانون السرعة

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K[\text{C}_2\text{H}_4]_2^\alpha [\text{O}_3]_2^\beta}{K[\text{C}_2\text{H}_4]_1^\alpha [\text{O}_3]_1^\beta} \Rightarrow \frac{3 \times 10^{-12}}{1 \times 10^{-12}} = \frac{K(1 \times 10^{-8})^\alpha (1.5 \times 10^{-7})^\beta}{K(1 \times 10^{-8})^\alpha (0.5 \times 10^{-7})^\beta}$$

$$(3) = (3)^\beta \Rightarrow \boxed{\beta = 1}$$

∴ التفاعل من المرتبة الاولى بدلالة O_3

لتحديد β نقسم تجربة 3 على 1 بعد تعويضهما في قانون السرعة

$$\frac{Rate_3}{Rate_1} = \frac{K[C_2H_4]_3^\alpha [O_3]_3^\beta}{K[C_2H_4]_1^\alpha [O_3]_1^\beta} \rightarrow \frac{4 \times 10^{-12}}{1 \times 10^{-12}} = \frac{K(2 \times 10^{-8})^\alpha (1 \times 10^{-7})^\beta}{K(1 \times 10^{-8})^\alpha (0.5 \times 10^{-7})^\beta}$$

$$(4) = (2)^\alpha \times (2) \rightarrow (2) = (2)^\alpha \rightarrow \boxed{\alpha = 1}$$

∴ التفاعل من المرتبة الاولى بدلالة C_2H_4

$$n = \alpha + \beta = 1 + 1 = \boxed{2}$$

∴ قانون سرعة التفاعل $Rate = k[C_2H_4][O_3]$

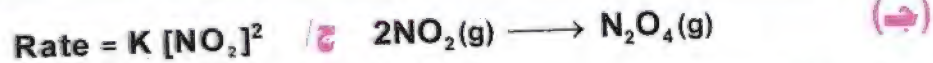
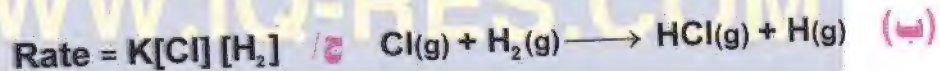
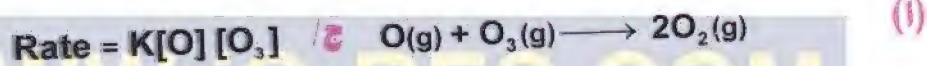
لحساب K نعوض تجربة (1) في قانون السرعة

$$1 \times 10^{-12} \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} = K(1 \times 10^{-8}) \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times (0.5 \times 10^{-7}) \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$k = \frac{10^{-12} \text{ mol/L.s}}{(10^{-8}) \text{ mol/L} \times (0.5 \times 10^{-7}) \text{ mol/L}} = \frac{10^{-12} \text{ 1/s}}{0.5 \times 10^{-15} \text{ mol/L}} = 2 \times 10^3 = \boxed{2000} \text{ L/mol.s}$$

$$Rate = k[C_2H_4][O_3] = 2000 \frac{\text{L}}{\text{mol.s}} \times (2 \times 10^{-7}) \text{ M} \times (2 \times 10^{-7}) \text{ M} = 8000 \times 10^{-14} = \boxed{8 \times 10^{-11}} \text{ M.s}^{-1} \quad (\text{ب})$$

5 - 9 / اكتب قانون سرعة التفاعل للتفاعلات الاولى الاتية:



5 - 10 / للتفاعل الاتي $2NO_2(g) + F_2(g) \longrightarrow 2NO_2F(g)$ ومن نتائج التجارب في الجدول الاتي:

(أ) استنتج قانون سرعة التفاعل

(ب) ما مرتبة لتفاعلات لكل مادة في قانون

السرعة ؟

(ج) احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل

Exp.No	$[NO_2]$	$[F_2]$	Rate mol/L.s
1	0.001	0.005	2.0×10^{-4}
2	0.002	0.005	4.0×10^{-4}
3	0.002	0.002	1.6×10^{-4}



الحل / (أ) نكتب قانون سرعة التفاعل $\text{Rate} = K[\text{NO}_2]^\alpha [\text{F}_2]^\beta$

لتحديد قيمة α نقسم تجربة 2 على 1 بعد تعويضهما في قانون السرعة

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K[\text{NO}_2]_2^\alpha [\text{F}_2]_2^\beta}{K[\text{NO}_2]_1^\alpha [\text{F}_2]_1^\beta} \rightarrow \frac{4 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-4}} = \frac{K(0.002)^\alpha (0.005)^\beta}{K(0.001)^\alpha (0.005)^\beta}$$

$$(2) = (2)^\alpha \rightarrow \boxed{\alpha = 1}$$

لتحديد قيمة β نقسم تجربة 2 على 3 بعد تعويضهما في قانون السرعة

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_3} = \frac{K[\text{NO}_2]_2^\alpha [\text{F}_2]_2^\beta}{K[\text{NO}_2]_3^\alpha [\text{F}_2]_3^\beta} \rightarrow \frac{4 \times 10^{-4}}{1.6 \times 10^{-4}} = \frac{K(0.002)^\alpha (0.005)^\beta}{K(0.002)^\alpha (0.002)^\beta}$$

$$(2.5) = (2.5)^\beta \rightarrow \boxed{\beta = 1}$$

∴ قانون السرعة هو $\text{Rate} = K[\text{NO}_2][\text{F}_2]$

(ب) للمتفاعل NO_2 المرتبة الاولى $\alpha = 1$

للمتفاعل F_2 المرتبة الاولى $\beta = 1$

$$n = \alpha + \beta = 1 + 1 = \boxed{2}$$

(ج) لحساب K نعوض قيم تجربة (1) في قانون السرعة $\text{Rate} = K[\text{NO}_2][\text{F}_2]$

$$2 \times 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} = K(0.001) \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times (0.005) \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$K = \frac{2 \times 10^{-4} \text{ mol/L.s}}{5 \times 10^{-6} \text{ mol}^2/\text{L}^2} = 0.4 \times 10^2 = \boxed{40} \text{ L/mol.s}$$

11-5 / تتحلل فورمات الميثيل في محلول حامضي مكونة كحول الميثيل وحامض الفورميك بحسب المعادلة الآتية:



قانون سرعة التفاعل $\text{Rate} = K[\text{HCOOCH}_3]$ ما سبب عدم ظهور الايون H_3O^+ في قانون سرعة التفاعل على الرغم من وجوده في معادلة التفاعل ؟

الحل / لان H_3O^+ لا يشترك في الخطوة المحددة لسرعة التفاعل ولذلك لا يظهر في قانون سرعة التفاعل.

12-5 / اجري التفاعل الآتي بدرجة 600K : $2\text{NO(g)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$ ومن نتائج التجارب

في الجدول الآتي:

Exp.No	[O ₂]	[NO]	Rate mol/L.s
1	0.01	0.01	1.2×10^{-5}
2	0.01	0.02	4.8×10^{-5}
3	0.02	0.01	2.4×10^{-5}

(أ) استنتج قانون سرعة التفاعل

(ب) احسب سرعة التفاعل عندما يكون تركيز كل

من NO و O_2 يساوي 0.025M و 0.05M

على التوالي

(ج) احسب سرعة استهلاك NO وسرعة تكوين NO_2

إذا كانت سرعة استهلاك O_2 تساوي $(1.0 \times 10^{-4}) \frac{\text{mol}}{\text{L.s}}$



الحل / (أ) نكتب قانون سرعة التفاعل $\text{Rate} = K[\text{O}_2]^\alpha [\text{NO}]^\beta$

لتحديد قيمة α نقسم تجربة 3 على تجربة 1 بعد تعويضهما في قانون السرعة

$$\frac{\text{Rate}_3}{\text{Rate}_1} = \frac{K[\text{O}_2]_3^\alpha [\text{NO}]_3^\beta}{K[\text{O}_2]_1^\alpha [\text{NO}]_1^\beta} \rightarrow \frac{2.4 \times 10^{-5}}{1.2 \times 10^{-5}} = \frac{K(0.02)^\alpha (0.01)^\beta}{K(0.01)^\alpha (0.01)^\beta}$$

$$(2) = (2)^\alpha \rightarrow \boxed{\alpha = 1}$$

∴ التفاعل من المرتبة الاولى بدلالة O_2

لتحديد قيمة β نقسم تجربة 2 على تجربة 1 بعد تعويضهما في قانون السرعة

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{K[\text{O}_2]_2^\alpha [\text{NO}]_2^\beta}{K[\text{O}_2]_1^\alpha [\text{NO}]_1^\beta} \rightarrow \frac{4.8 \times 10^{-5}}{1.2 \times 10^{-5}} = \frac{K(0.01)^\alpha (0.02)^\beta}{K(0.01)^\alpha (0.01)^\beta}$$

$$(4) = (2)^\beta \rightarrow (2)^2 = (2)^\beta \rightarrow \boxed{\beta = 2}$$

∴ التفاعل من المرتبة الثانية بدلالة NO

∴ قانون السرعة $\text{Rate} = K[\text{O}_2] [\text{NO}]^2$ والمرتبة العامة $n = \alpha + \beta = 1 + 2 = \boxed{3}$

(ب) نحسب K أولاً (نعوض تجربة (3) في قانون السرعة

$$\text{Rate} = k[\text{O}_2] [\text{NO}]^2$$

$$2.4 \times 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} = K(0.02) \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times (0.01)^2 \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}$$

$$k = \frac{2.4 \times 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L.s}}}{0.02 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0.0001 \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}} = \frac{24 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{s}}}{2 \times 10^{-6} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}} = \boxed{12} \text{ L}^2/\text{mol}^2.\text{s}$$

$$\text{Rate} = 12 \frac{\text{L}^2}{\text{mol}^2.\text{s}} \times 0.05 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times (0.025)^2 \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2} = 0.6 \times 0.000625 \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} = 0.000375 = \boxed{3.75 \times 10^{-4}} \frac{\text{mol}}{\text{L.s}}$$

(ج) باستخدام علاقة الربط بين سرعتين $\frac{\text{Rate}_{(\text{NO})}}{2} = \frac{\text{Rate}_{(\text{O}_2)}}{1}$

$$\text{Rate}_{(\text{NO})} = 2\text{Rate}_{(\text{O}_2)} \rightarrow \text{Rate}_{(\text{NO})} = 2(1 \times 10^{-4}) \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} = \boxed{2 \times 10^{-4}} \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} \quad (\text{سرعة استهلاك } \text{NO})$$

$$\text{Rate}_{(\text{NO}_2)} = 2\text{Rate}_{(\text{O}_2)} \rightarrow \text{Rate}_{(\text{NO}_2)} = \boxed{2 \times 10^{-4}} \frac{\text{mol}}{\text{L.s}} \quad (\text{سرعة تكوين } \text{NO}_2)$$

نلاحظ ان سرعة استهلاك $\text{NO} =$ سرعة تكوين NO_2 بسبب تساوي عدد مولاتهما في معادلة التفاعل

اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصراً

13-5 / حدد العبارة الصحيحة والعبارة الخطأ وصحح الخطأ في كل مما يأتي:

- (أ) تتغير قيمة ثابت سرعة التفاعل بتغير درجة حرارة التفاعل وبمرور الزمن (خطأ) ج لا تتغير قيمة ثابت سرعة التفاعل بتغير درجة حرارة التفاعل فقط
- (ب) يتغير ثابت سرعة التفاعل بتغير تراكيز المواد المتفاعلة (خطأ) ج لا تتغير قيمة ثابت سرعة التفاعل بتغير تراكيز المواد المتفاعلة
- (ج) سرعة التفاعل تبقى ثابتة بمرور الزمن لتفاعل من المرتبة الاولى عند ثبوت درجة الحرارة (خطأ) ج تتغير سرعة التفاعل بمرور الزمن لتفاعل من المرتبة الاولى عند ثبوت درجة الحرارة وعند ثبوت درجة الحرارة.
- (د) تتضاعف سرعة التفاعل لتفاعل من المرتبة (صفر) عند مضاعفة تركيز المادة المتفاعلة (خطأ) ج تتضاعف سرعة التفاعل لتفاعل من المرتبة الاولى عند مضاعفة تركيز المادة المتفاعلة او لا تتغير سرعة التفاعل من المرتبة صفر عند مضاعفة تركيز المادة المتفاعلة.

14-5 / لقد وجد للتفاعل ادناه ان سرعة تكون C عند وقت معين تساوي 0.036 M.s^{-1} فالسرعة بدلالةالتغير في A و B و D والسرعة العامة للتفاعل عند هذا الوقت تساوي (جميعها بوحدة M.s^{-1})

(أ)	0.018	و	0.027	و	0.018	و	0.009
(ب)	0.018	و	-0.027	و	0.018	و	0.009
(ج)	-0.072	و	-0.048	و	0.072	و	0.144
(د)	-0.036	و	-0.036	و	0.036	و	0.009
(هـ)	0.018	و	-0.012	و	0.018	و	-0.018

$$\text{الحل} \quad \text{Rate} = \frac{\text{Rate}_{(A)}}{2} = \frac{\text{Rate}_{(B)}}{3} = \frac{\text{Rate}_{(C)}}{4} = \frac{\text{Rate}_{(D)}}{2}$$

$$\frac{\text{Rate}_{(A)}}{2} = \frac{\text{Rate}_{(C)}}{4} \Rightarrow \text{Rate}_{(A)} = \frac{2\text{Rate}_{(C)}}{4} = \frac{2 \times 0.036 \text{ M.s}^{-1}}{4} = 0.018 \text{ M.s}^{-1} \quad \text{لايجاد السرعة بدلالة A}$$

$$\frac{\text{Rate}_{(B)}}{3} = \frac{\text{Rate}_{(C)}}{4} \Rightarrow \text{Rate}_{(B)} = \frac{3\text{Rate}_{(C)}}{4} = \frac{3 \times 0.036 \text{ M.s}^{-1}}{4} = 0.027 \text{ M.s}^{-1} \quad \text{لايجاد السرعة بدلالة B}$$

$$\frac{\text{Rate}_{(D)}}{2} = \frac{\text{Rate}_{(C)}}{4} \Rightarrow \text{Rate}_{(D)} = \frac{2\text{Rate}_{(C)}}{4} = \frac{2 \times 0.036 \text{ M.s}^{-1}}{4} = 0.018 \text{ M.s}^{-1} \quad \text{لايجاد السرعة بدلالة D}$$

$$\text{Rate} = \frac{\text{Rate}_{(C)}}{4} = \frac{0.036 \text{ M.s}^{-1}}{4} = 0.009 \text{ M.s}^{-1} \quad \text{(Rate) لايجاد السرعة العامة}$$

∴ الاجابة الصحيحة هي فرع (أ)

15-5 / للتفاعل الآتي: $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \longrightarrow \text{NO}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$

ومن نتائج التجارب في الجدول
حدد مراتب التفاعلات واستنتج
قانون سرعة التفاعل والمرتبة
العامة للتفاعل

Exp.No	[NO ₂]	[CO]	Rate mol/L.s
1	0.10	0.10	0.005
2	0.40	0.10	0.080
3	0.10	0.20	0.005

الحل / نكتب قانون سرعة التفاعل $\text{Rate} = \text{K}[\text{NO}_2]^\alpha [\text{CO}]^\beta$

لتحديد قيمة α نعوض تجربة 2 و 1 في قانون السرعة ثم نقسم تجربة 2 على تجربة 1

$$\frac{\text{Rate}_2}{\text{Rate}_1} = \frac{\text{K}[\text{NO}_2]_2^\alpha}{\text{K}[\text{NO}_2]_1^\alpha} \rightarrow \frac{0.08}{0.005} = \frac{\text{K}(0.4)^\alpha}{\text{K}(0.1)^\alpha}$$

$$(16) = (4)^\alpha \rightarrow (4)^2 = (4)^\alpha \rightarrow \boxed{\alpha = 2}$$

∴ التفاعل من المرتبة الثانية بدلالة NO_2

لتحديد قيمة β ومن التجريبتين 1 و 3

$$\frac{0.005}{0.005} = \frac{\text{K}(0.1)(0.2)^\beta}{\text{K}(0.1)(0.1)^\beta} \rightarrow 1 = (2)^\beta \rightarrow (2)^0 = (2)^\beta \rightarrow \boxed{\beta = 0}$$

لذا فمرتبة التفاعل CO تساوي (0)

∴ قانون السرعة $\text{Rate} = \text{K}[\text{NO}_2]^2$ والمرتبة العامة للتفاعل هي الثانية $n = \alpha + \beta = 2 + 0 = 2$

ملاحظة / من تجربة 1 و 3 نلاحظ ان $[\text{NO}_2]$ ثابت والسرعة ثابتة بينما $[\text{CO}]$ متغير وهذا يعني ان تغير $[\text{CO}]$

لا يؤثر في سرعة التفاعل اي ان التفاعل من المرتبة صفر بدلالة CO ($\beta = 0$) وبالتالي لا يظهر في

قانون سرعة التفاعل.

16-5 / ما التأثير الذي يحدثه العامل المساعد على كل من :

(أ) حرارة التفاعل

ج / لا يؤثر على حرارة التفاعل (لا تغير)

(ب) طاقة التنشيط

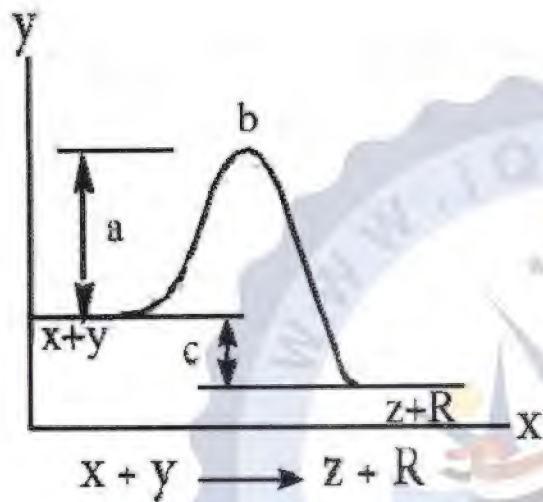
ج / يخفض من طاقة التنشيط

(ج) طاقة المواد المتفاعلة وطاقة المواد الناتجة

ج / لا يؤثر على طاقة المواد المتفاعلة وطاقة المواد الناتجة

17-5 / في المخطط ادناه المرسوم بين الطاقة (المحور y) وسير التفاعل (المحور x) للتفاعل الاتي بين ماذا تعني

الحروف a و b و c وهل التفاعل ماص ام باعث للحرارة ولماذا ؟



الحل / (a) تعني طاقة تنشيط التفاعل

(b) مستوى الطاقة للمعقد المنشط

(c) تعني حرارة التفاعل (الحرارة المتبعثة)

والتفاعل باعث للحرارة لان طاقة المواد الناتجة

اصغر من طاقة المواد المتفاعلة (X + Y) و اشارة

قيمة الحرارة سالبة (-)

18-5 / وضح كيف تؤثر العوامل الاتية على سرعة التفاعل الكيميائي:

(ا) درجة الحرارة **ج /** زيادة درجة الحرارة تزيد من سرعة التفاعل وذلك بسبب زيادة الطاقة الحركية للجزيئات وازدياد عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تساوي أو تفوق طاقة التنشيط لذا يزداد عدد التصادمات الفعالة.

(ب) المساحة السطحية **ج /** زيادة المساحة السطحية للمواد المتفاعلة يؤدي الى زيادة سرعة التفاعل وذلك لان زيادة المساحة السطحية المعرضة للتفاعل تزيد من عدد التصادمات الفعالة وعلى سبيل المثال يتفاعل مسحوق المغنيسيوم مع HCl أسرع من تفاعل شريط المغنيسيوم مع هذا الحامض .

(ج) طبيعة المواد المتفاعلة **ج /** تختلف سرعة التفاعل باختلاف طبيعة المواد المتفاعلة فمثلا يتفاعل القصدير ببطء مع حامض الهيدروكلوريك المخفف ، بينما يتفاعل الصوديوم بشدة مع هذا الحامض المخفف في نفس الظروف وذلك لان فعالية الصوديوم اكبر من فعالية القصدير.

(د) تركيز المواد المتفاعلة **ج /** تزداد سرعة التفاعل عند زيادة تراكيز المواد المتفاعلة. وذلك بسبب ازدياد عدد الجزيئات في وحدة الحجم فيزداد عدد التصادمات الفعالة مما يؤدي الى زيادة سرعة التفاعل.

الفصل السادس

الحوامض والقواعد والأملاح

س / ما هي استخدامات الحوامض الآتية ؟

الاسم الحامض	الاستخدامات
حامض الهيدروكلوريك HCl	ج / تنقية المعادن وتنقية الخامات المعدنية وتحضير بعض المواد الغذائية وهو المكون الرئيس لحوامض المعدن (بتركيز 0.1 مولاري).
حامض الكبريتيك H_2SO_4	ج / صناعة الاسمدة والمتفجرات والصماغ والسائل المستخدم في بطاريات السيارات (40% نسبة كتلية)
حامض النتريك HNO_3	ج / صناعة الاسمدة والمتفجرات واللواصق
حامض الخليك CH_3COOH	ج / صناعة البلاستيك والمطاط وفي حفظ الاطعمة وهو المكون الرئيس للخل (نسبة الحامض في الخل المستعمل 4%)
حامض الكربونيك H_2CO_3	ج / موجود في جميع المشروبات الغازية بسبب تفاعل ثاني اوكسيد الكربون مع الماء
حامض الهيدروفلوريك HF	ج / تنظيف المعادن وصقل الزجاج والنقش عليه
الحوامض الامينية	ج / تشكل وحدات بناء البروتينات في اجسام الكائنات الحية

س / ما هي استخدامات الاملاح الآتية ؟

- ① املاح حامض الكربونيك ج / تستخدم في صودا الخبز
- ② كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) ج / لاعطاء المذاق المالح للطعام وفي حفظ الاطعمة
- ③ كلوريد الكالسيوم ج / يرش لاذابة الثلوج المتراكمة على الطرقات العامة، وفي علاج المصابين في النوبات القلبية
- ④ املاح الامونيوم ج / تستعمل كاسمدة نيتروجينية لزيادة خصوبة التربة

- تستعمل قاعد هيدروكسيد في صناعة الصابون والورق وغيرها.
- نشعر بالآلم عند لسعة النمل والسبب هو حامض الفورميك ($HCOOH$) الذي تفرزه هذه الحشرات الى داخل الجسم

المحاليل المائية للحوامض والقواعد /

علل / ما هو سبب الصفات الحامضية المميزة ؟

ج / ان صفة الحامضية للمحاليل المائية للحوامض سببها وجود ايون الهيدروجين الموجب H^+ (البروتون) .
أو يعبر عنه بايون الهيدرونيوم (H_3O^+) في محلولها المائي.

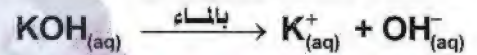


س / ما هي الصفات المميزة للمحاليل المائية للحوامض ؟

ج / ① لها مذاق حامضي. ② تغير لون عدد من الدلائل (صبغات) مثل تغير لون صبغة زهرة الشمس من اللون الازرق الى اللون الاحمر. ③ تتفاعل مع معظم الفلزات وتحرر غاز الهيدروجين (H_2). ④ تتفاعل مع اكاسيد الفلزات ومع هيدروكسيدات الفلزات لتكون أملاحا وماء. ⑤ محاليلها المائية لها القابلية على توصيل التيار الكهربائي بسبب قابليتها على التآين بشكل تام او بشكل جزئي.

عل / ما هو سبب الصفات القاعدية المميزة ؟

ج / ان صفة القاعدية للمحاليل المائية للقواعد سببها وجود أيون الهيدروكسيد (OH^-) في محلولها المائي.



س / ما هي الصفات المميزة للمحاليل المائية للقواعد ؟

ج / ① لها مذاق لاذع. ② لها ملمس لزج صابوني مثل المحلول المائي لهيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$).

③ تغير لون عدد من الدلائل مثل تغير صبغة زهرة الشمس من اللون الاحمر الى اللون الازرق.

④ تتفاعل مع الحوامض (تتعاادل) لتكون أملاحا وماء.

⑤ محاليلها المائية لها القابلية على توصيل التيار الكهربائي لقابليتها على التآين.

المفاهيم الجزيئية للحوامض والقواعد حسب النظريات الرئيسية الآتية

• نظرية أرينيوس (1884)

الحامض / هو المادة التي تحتوي على الهيدروجين والتي تتأين معطية ايونات الهيدروجين (H^+) في المحلول المائي.

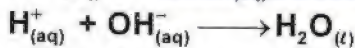
مثال / يعتبر HCl حامض أرينيوس لأنه ينتج ايونات H^+ في المحلول المائي. $HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

القاعدة / هي المادة التي تحتوي على مجموعة هيدروكسيد (OH^-) والتي تتأين معطية ايونات الهيدروكسيد السالبة في المحلول المائي.

مثال / تعتبر $NaOH$ قاعدة أرينيوس لأنها تنتج ايونات الهيدروكسيد OH^- في المحلول المائي.



التعاادل / هي عملية اتحاد ايونات H^+ وايونات OH^- لتكوين جزيئات الماء. وعلى سبيل المثال



اهمية نظرية أرينيوس / استطاعت ان تشرح بنجاح تفاعلات الحوامض التي تمتلك بروتونات مع هيدروكسيدات الفلزات (القواعد الهيدروكسيدية) وكذلك ادت الى تطوير نظريات اخرى اكثر شمولية لوصف خواص الحوامض والقواعد.

ملاحظة ① / الحوامض والقواعد القوية هي التي تتأين بشكل تام او شبه تام (\longrightarrow) في المحاليل المائية

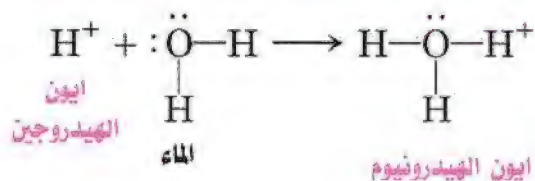
المخففة مثل HCl و HNO_3 و $NaOH$. اما الحوامض والقواعد الضعيفة فهي تتأين بشكل

جزئي (\rightleftharpoons) حيث يكون هناك توازن بين الحالة المؤينة وغير المؤينة مثل NH_3 و HF

ملاحظة ② / وصف أرينيوس ايونات الهيدروجين في الماء بأنها توجد على هيئة $H^+(H_2O)_n$ (حيث ان n تمثل عددا صحيحا).

ايون الهيدروجين المسمى /

وهو ايون الهيدرونيوم H_3O^+ ، والذي يكسب محلول الحامض المائي صفاته الحامضية المميزة ويمكن التعبير عن ايون الهيدروجين $H^+_{(aq)}$ أو ايون الهيدروجين المسمى H_3O^+ بالصورة الآتية



• نظرية برونشتد - لوري (1923)

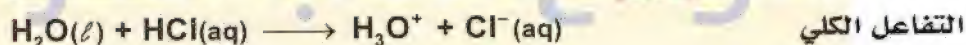
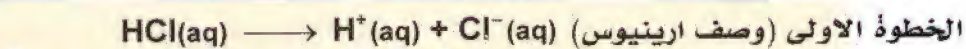
الحامض / هو المادة الواهبة للبروتون

القاعدة / هي المادة المستقبلة للبروتون

تفاعل حامض مع قاعدة هو التفاعل الذي يتضمن انتقال بروتون من الحامض الى القاعدة

مثال / تاين حامض الهيدروكلوريك **HCl** (حامض قوي) في الماء هو تفاعل (حامض - قاعدة) حيث تعتبر

جزيئة **HCl** حامض لانها تفقد بروتون **H+** بينما تسلك جزيئة الماء كقاعدة لانها تكتسب بروتون



قاعدة حامض حامض قاعدة
قوي قوين قوين قوين

وصف برونشتد - لوري

نلاحظ من معادلة تفاعل حامض مع قاعدة

(اعلاه) حسب مفهوم برونشتد - لوري ، ان **HCl**

(حامض) مع **Cl⁻** (قاعدة قوين) زوج من

(حامض - قاعدة قوين) ، بينما يمثل **H₂O**

(قاعدة) مع **H₃O⁺** (حامض قوين) زوج اخر من

(قاعدة - حامض قوين) وكل زوج عبارة عن

صنفين مختلفين فقط في البروتون. كما موضح :



زوج حامض - قاعدة قوين عبارة عن صنفين مختلفين فقط في البروتون ، فالحامض واهب للبروتون (**H⁺**)

والقاعدة القوين ناتجة بعد وهب الحامض لبروتونه ، اي لها ميل لاستقبال بروتون

زوج قاعدة - حامض قوين عبارة عن صنفين مختلفين فقط في البروتون ، فالقاعدة مستقبلة للبروتون (**H⁺**)

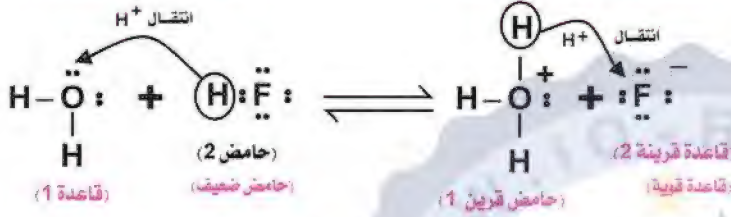
والحامض القوين ناتج بعد استقبال القاعدة بروتون ، أي له ميل لوهب بروتون.

الحامض القوين / هو المادة الناتجة بعد استقبال قاعدة برونشتد لبروتون (**H⁺**) من حامض برونشتد

القاعدة القوين / هي المادة الناتجة بعد فقدان (وهب) حامض برونشتد لبروتونه (**H⁺**) الى قاعدة برونشتد.

(تسلك سلوك قاعدة اي تستقبل البروتون)

مثال/ تاين فلوريد الهيدروجين HF (حامض ضعيف) يحدث بشكل مشابه لـ HCl ولكن لمدى اقل. كما موضح

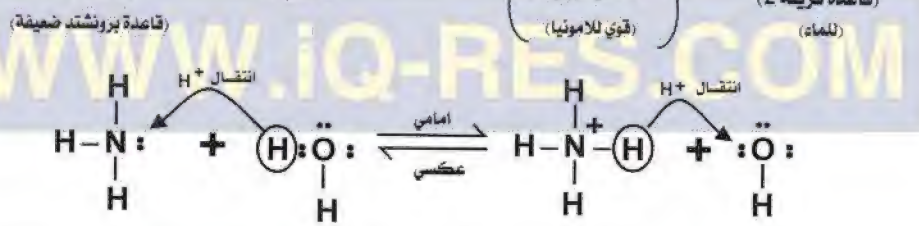


في هذه المعادلة يكون HF حامض مع F^- قاعدة قرينة (زوج حامض - قاعدة قرينة) بينما يمثل H_2O قاعدة مع H_3O^+ حامض قرين (زوج قاعدة - حامض قرين). وفي التفاعل الامامي (→) يسلك HF حامض و H_2O قاعدة بينما في التفاعل العكسي (←) يسلك H_3O^+ كحامض (اي واهب للبروتون) بينما يسلك ايون الفلوريد F^- كقاعدة (اي مستقبل للبروتون).

ملاحظات/

- عند ذوبان حامض قوي (HCl) في الماء يتفكك (ينتج ايونات H^+) بشكل تام في محلوله المائي المخفف وهذا يعني ان Cl^- هي قاعدة اضعف من H_2O (بالتسوية لاستقبال H^+)
- عند ذوبان حامض ضعيف (HF) في الماء يتفكك (ينتج ايونات H^+) بشكل قليل وهذا يعني ان F^- قاعدة اقوى من H_2O
- كلما زادت قوة الحامض اي زيادته فقدانه للبروتون (تفككه) كلما ضعفت قوة القاعدة القرينة له والعكس صحيح (اي للحامض قوي قاعدة قرينة ضعيفة مثل Cl^- - HCl وللحامض الضعيف قاعدة قرينة قوية مثل F^- - HF).

مثال/ تاين الامونيا NH_3 (قاعدة ضعيفة)



سلوك الماء حسب نظرية برونشتد-لوري/ يسلك الماء سلوك حامض (واهب للبروتون) في تفاعله مع NH_3 بينما يكون سلوكه قاعديا (مستقبل للبروتون) عند تفاعله مع HCl و HF ، وبذلك فسلوك الماء كحامض او كقاعدة يعتمد على الصنف الاخر الموجود في المحلول، اي ان للماء سلوكا امفوتيريا.

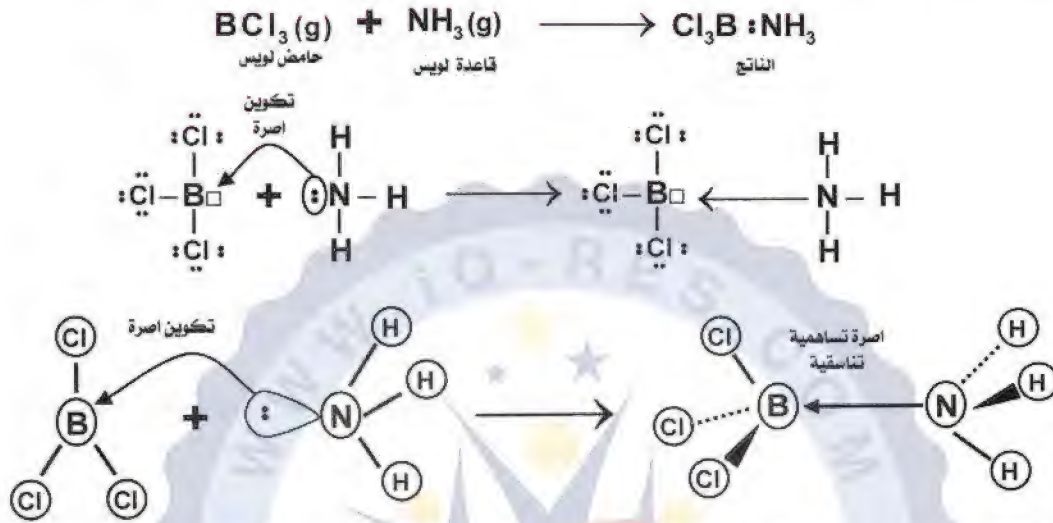
• نظرية لويس للحامض والقاعدة (1939) (الاكثر شمولية)

الحامض/ هو اي مادة تمتلك اوربيتالا فارغا ويمكنها تقبل الزوج الالكتروني من صنف اخر وتكوين اصرة تناسقية

القاعدة/ هي اية مادة تستطيع ان تهب زوج من الالكترونات غير المتاصرة في تفاعلاتها الكيميائية وتكوين اصرة تناسقية

ملاحظة/ تفترض نظرية لويس ان الزوج الالكتروني الذي تمتلكه ذرة واحدة (الواهبة) يصبح مشتركا بين ذرتين (الواهبة - المستقبل) لذلك تعرف عملية التعادل (تفاعل حامض مع قاعدة) على انها عملية تكوين اصرة تساهمية تناسقية. اي عدم انتقال الزوج الالكتروني بشكل تام من ذرة الى اخرى

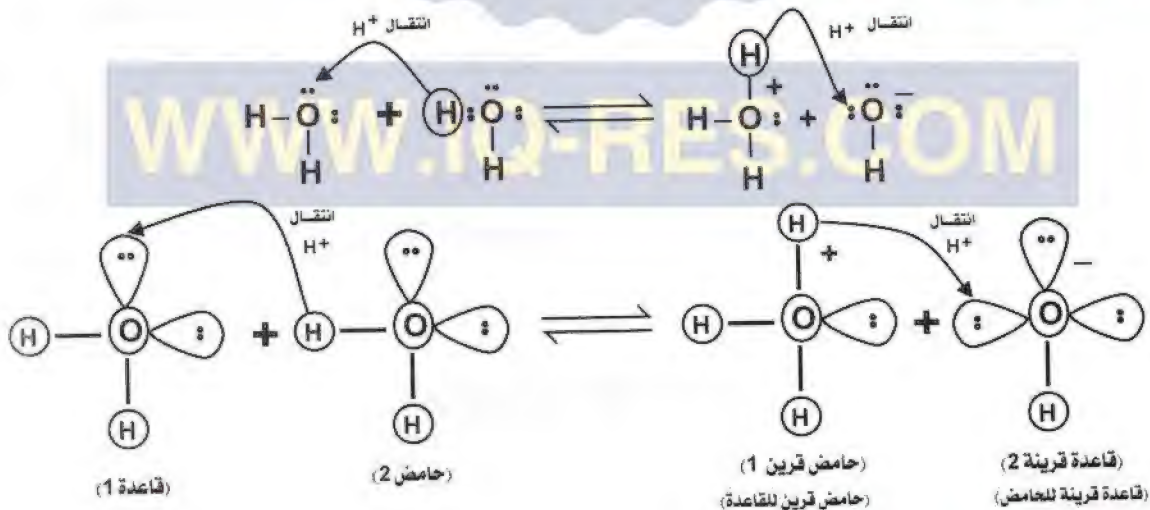
مثال/ التفاعل بين ثلاثي كلوريد البورون و BCl_3 مع الامونيا يعتبر مثالا نموذجيا لتفاعل بين حامض - قاعدة لويس



تعتبر جزيئة الامونيا (قاعدة) بمفهوم لويس لوجود زوج الكتروني حر (غير مشترك) على ذرة النتروجين. ويعتبر ثلاثي كلوريد البورون حامض لان ذرة البورون غير مكتملة الالكترونات (حيث تحتوي 6 إلكترونات نتيجة ارتباطها بثلاث ذرات فلور تساهميا) فنحتاج الى الكترونيين لاشباع غلافها الخارجي ليصبح 8 إلكترون عن طريق تقبلها الزوج الالكتروني الحر على ذرة N نتروجين الامونيا وتكوين اصرة تساهمية تناسقية

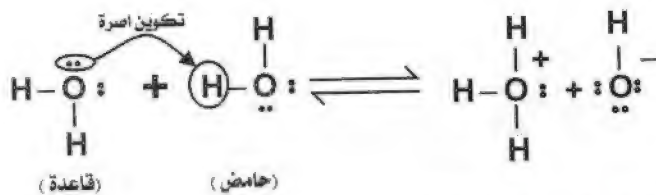
التاين الذاتي / تفاعل تاين يحدث بين جزيئات متشابهة (لنفس المادة)

التاين الذاتي للماء / يتاين الماء النقي بشكل ضئيل جدا ليكون اعدادا متساوية من ايونات الهيدرونيوم وايونات الهيدروكسيد حيث تهب جزيئة ماء واحد بروتون (فتسلك حامض) الى جزيئة ماء اخرى والتي تسلك قاعدة. التاين الذاتي للماء حسب مفهوم برونشتد / يسلك الماء سلوك امفوتييري.



التاين الذاتي للماء حسب مفهوم لويس /

يسلك الماء سلوك امفوتييري.



- يتضمن انتقال البروتون (H^+) الى القاعدة تكوين اصرة تناسقية

- في عملية التاين الذاتي تسلك احدى جزيئات الماء سلوك حامض وتسلك جزيئة اخرى سلوك قاعدة اي ان سلوك الماء هو (سلوك امفوتييري)

- **الامفوتيرية** / هو مصطلح عام يصف قابلية سلوك المادة في التفاعل اما كحامض أو كقاعدة.
- المادة الامفوتيرية** / هي المادة التي لها القابلية على ان تسلك سلوك حامضي عند تفاعلها مع القواعد ، وتسلك سلوك قاعدي عند تفاعلها مع الحوامض من خلال قابليتها على اكتساب او فقدان بروتون (H^+) مثل هيدروكسيد الألمنيوم وغيرها من هيدروكسيدات بعض الفلزات الاخرى

س/ ما هو سبب الصفة الامفوتيرية لبعض هيدروكسيدات الفلزات شحيحة الذوبان في الماء ؟ موضحا ذلك بمثال ؟

ج/ لانها تتفاعل مع الحوامض لتكون املاح ذائبة في الماء ويمكنها ايضا ان تذوب عند تفاعلها مع زياده من قاعده قوية وتكوين املاح ذائبة في الماء.

مثال / هيدروكسيد الألمنيوم $Al(OH)_3$ الصلب (هيدروكسيد فلزي امفوتيري) :

① يسلك سلوكا قاعديا بتفاعله مع حامض النتريك لتكوين ملح نترات الألمنيوم.



② يسلك سلوكا حامضيا عند اضافة زياده من محلول لاي قاعده قوية (مثل $NaOH$) الى مسحوقه حيث يبدأ



امثلة لبعض الهيدروكسيدات الامفوتيرية

الايون الفلزي او شبه الفلزي	الهيدروكسيد الامفوتيري غير الذائب	الايون المعقد المتكون مع زياده من قاعده قوية
Be^{+2} ايون البريليوم	$Be(OH)_2$	$[Be(OH)_4]^{-2}$
Al^{+3} ايون الألمنيوم	$Al(OH)_3$	$[Al(OH)_4]^{-}$
Sn^{+2} (II) ايون القصدير	$Sn(OH)_2$	$[Sn(OH)_3]^{-}$
Sn^{+4} (IV) ايون القصدير	$Sn(OH)_4$	$[Sn(OH)_6]^{-2}$
Pb^{+2} ايون الرصاص	$Pb(OH)_2$	$[Pb(OH)_4]^{-2}$
As^{+3} (III) ايون الزرنيخ	$As(OH)_3$	$[As(OH)_4]^{-}$
Sb^{+3} (III) ايون الانتيومون	$Sb(OH)_3$	$[Sb(OH)_4]^{-}$
Si^{+4} ايون السليكون	$Si(OH)_4$	SiO_4^{-4} و SiO_3^{-2}

عزيزي الطالب

ان هذه الملزمة التي بين يديك هي نفس الملزمة التي يعتمد عليها مدرس المادة في تدريسه الخصوصي حيث هي خلاصة جهد الاستاذ وهي خاضعة للتنقيح والتجديد المستمر من قبل مدرس المادة فاطلب النسخة الاصلية من

مكتب الشمس حصرا

تفاعل الحوامض والقواعد في المحاليل المائية

تفاعل التعادل هو تفاعل حامض مع قاعدة وينتج عنه ملح وماء ، ومعظم الاملاح هي مركبات ايونية.

ملاحظة في تفاعلات التعادل عادة ما تتفاعل ايونات الهيدروجين مع ايونات الهيدروكسيد لتكوين جزيئات ماء.



الاملاح هي المادة الناتجة من اتحاد الايونات الموجبة من القاعدة (فلز او جذر الامونيوم NH_4^+) مع ايونات سالبة من الحامض

الملح الاعتيادي (الملح المتكافئ) هو الملح الناتج من تفاعل حامض مع قاعدة بشكل كمي متكافئ (متعادل) اي لا يحوي ذرات هيدروجين او مجاميع هيدروكسيد قابلة للتاين.

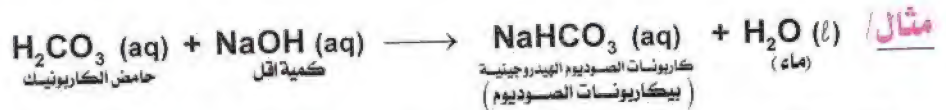
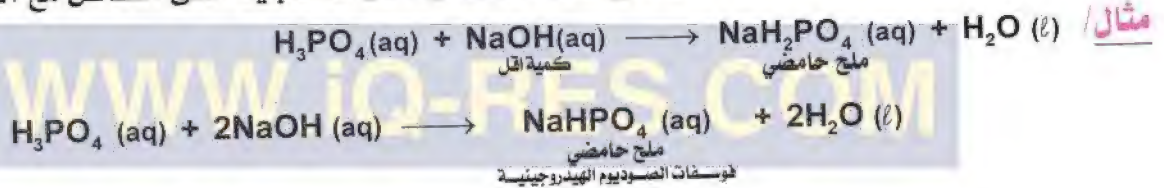
مثال تفاعل حامض متعدد الهيدروجين مثل حامض الفسفوريك مع كمية مكافئة لها من القاعدة NaOH



مثال تفاعل قاعدة متعددة الهيدروكسيد (قاعدة تحوي على اكثر من مجموعة هيدروكسيد واحد في صيغتها الكيميائية مثل هيدروكسيد الالمنيوم) مع كمية مكافئة لها من الحامض مثل HCl يتكون ملح عادي



الملح الحامضي (الملح الهيدروجيني) هو الملح الناتج من تفاعل حامض متعدد الهيدروجين مع القاعدة التي لها اقل من الكمية المكافئة واللازمة لمعادلة الحامض بشكل تام، ويكون لهذا النوع من الاملاح صفات حامضية لان له قابلية على التفاعل مع القاعدة



الملح القاعدي هو الملح الناتج من تفاعل قاعدة متعددة الهيدروكسيد مع كمية من الحامض اقل من تلك اللازمة لتكافئتها حيث تحوي مجاميع OH^- غير متفاعلة

مثال تفاعل هيدروكسيد الالمنيوم مع كمية اقل من حامض الهيدروكلوريك ينتج ملح قاعدي



ملاحظة ليس بالضرورة ان تكون للاملاح القاعدية صفة قاعدية. ولكنها تستطيع ان تتفاعل وتعادل الحوامض.



الحوامض القوية الشائعة / امثلة / حامض الهيدروكلوريك HCl ، حامض الهيدروبروميك HBr ، حامض الهيدرواويديك HI ، حامض البيركلوريك $HClO_4$ ، حامض الكلوريك $HClO_3$ ، حامض النتريك HNO_3 ، حامض الكبريتيك H_2SO_4 ، حامض الكروميك H_2CrO_4

القواعد القوية الشائعة / امثلة / هيدروكسيد الليثيوم $LiOH$ ، هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ ، هيدروكسيد البوتاسيوم KOH ، هيدروكسيد الربيديوم $RbOH$ ، هيدروكسيد السيزيوم $CsOH$ ، هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ ، هيدروكسيد السترونشيوم $Sr(OH)_2$ ، هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$

الحوامض الضعيفة / امثلة / حامض الهيدروفلوريك HF ، حامض الهيدروسيانيك HCN ، حامض الخليك (حامض الاستيك) CH_3COOH ، حامض الفورميك $HCOOH$ ، حامض البنزويك C_6H_5COOH ، حامض النتروز HNO_2 ، الفينول C_6H_5OH

القواعد الضعيفة / امثلة / الامونيا NH_3 ، البريديين $C_5H_5NH_2$ ، الانيلين $C_6H_5NH_2$ ، مثيل امين CH_3NH_2

● **PH (الدالة الحامضية)** / هي مقياس للصفة الحامضية للمحلول ، فكلما زاد تركيز ايون الهيدروجين في المحلول (زادت الحامضية) قلت قيمة PH

- **التحلل المائي** / تفاعل المادة مع الماء
- **التحلل المائي للملح** / هو تفاعل في حالة توازن ايوني بين ايون (او ايونات) الملح مع ايونات الماء وقد يتكون محلول (حامضي او قاعدي او متعادل) التأثير في الدلائل الكيميائية
- ان الاملاح هي الكتروليتات قوية ولذلك فالمحلول سوف يتفكك بشكل تام في المحلول (→)
- اذا كان الحامض والقاعدة المكونين للملح قويين تبقى قيمة الدالة الحامضية (PH) لمحلول الملح المائي ثابتة لا تتغير
- **خطوات التحلل المائي للاملاح**

- ① كتابة معادلة لتفكك الملح التام (→)
- ② كتابة معادلة لتفاعل الايون الذي مصدره الضعيف (قرين قوي) مع الماء (→) حيث تبقى H_3O^+ او H^+ في المحيط الحامضي و OH^- في المحيط القاعدي

انواع الاملاح / (1) املاح مشتقة من تفاعلات لحوامض قوية مع قواعد قوية



مثال / تفاعل حامض الهيدروكلوريك HCl مع هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$

علل / محاليل الاملاح المشتقة من الحوامض القوية والقواعد القوية تكون متعادلة؟

5- اسئلة الفصل

ج / لان ذوبان هذه الاملاح في الماء وتكوين ايوناتها لا يؤثر على عملية الاتزان بين ايونات الهيدروجين والهيدروكسيد في الماء $H_3O^+ + OH^- \rightleftharpoons 2H_2O$ لذا يبقى تركيز ايونات الماء ثابتاً ولا يتأثر نتيجة لذوبانها ولذلك يبقى المحلول الناتج متعادلاً.

للتوضيح / كما في $NaCl$ فعند ذوبانه في الماء $NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$ لا يتحد كل من Na^+ و Cl^- مع ايونات الماء لانها قرائن ضعيفة لذا يبقى المحلول متعادلاً.

س/ واجب / ملح يوديد البوتاسيوم KI لا يؤثر على اتزان ايونات الماء (لا يتحلل مائياً) ؟

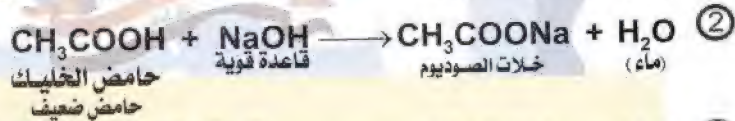
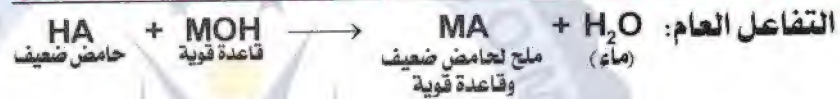
علل / لا تتغير قيمة PH الماء النقي عند اذابة NaCl فيه ؟

ج / $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ ان هذا الملح المشتق من حامض قوي HCl وقاعدته قوية NaOH لذا فان محلوله

المائي متعادل ، لذا يبقى المحلول متعادلاً ولا تتغير قيمة PH للماء المقطر

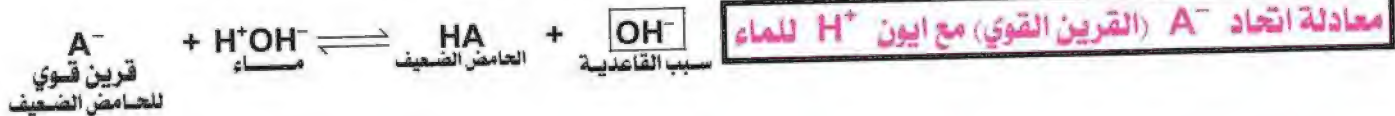
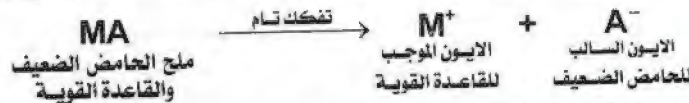
ملاحظة / للماء النقي (متعادل) والمحلول المتعادل $\text{PH} = 7$ و $10^{-7} \text{M} = [\text{OH}^-] = [\text{H}^+]$

(2) املاح مشتقة من حوامض ضعيفة (HA) وقواعد قوية (MOH)



س/ عند التحلل المائي (التفكك مائياً) للملح (MA) المشتق من حامض ضعيف وقاعدة قوية يتكون محلول قاعدي . وضح ذلك (علل ذلك) (5 - جـ - اسئلة الفصل)

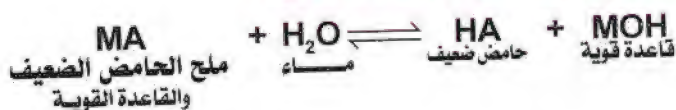
ج/ بسبب تبقي ايونات الهيدروكسيد OH^- في المحلول (وهو مسبب القاعدية) . فعند ذوبان (تفكك) هذا الملح يعطي الايونات الموجبة للقاعدة القوية (M^+) والايونات السالبة للحامض الضعيف (A^-) ، وباتحاد ايونات الحامض الضعيف A^- القليلة في المحلول (فهو قرين قوي) مع ايونات H^+ القليلة ايضا من الماء (للمحافظة على حالة الاتزان في المحلول) يتكون الحامض الضعيف (HA) ويتبقى OH^- في المحلول وان ذلك يؤدي الى زيادة تركيز ايونات الهيدروكسيد في المحلول على حساب تركيز ايونات الهيدروجين فيصبح المحلول قاعدياً ، كما موضح في المعادلتين (خطوات التحلل) .



• ان استمرار تفكك جزيئات الماء سينتج كميات من OH^- و H^+ الذي يستهلك من المحلول لتكوين الحامض الضعيف (HA) .

وبالتالي يؤدي الى زيادة تركيز OH^- في المحلول على حساب تركيز H^+ فيصبح المحلول قاعدياً

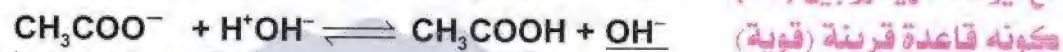
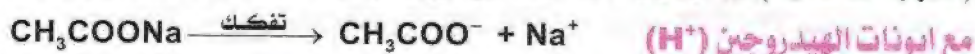
• يمكن التعبير عن عملية التحلل المائي للملح مشتق من حامض ضعيف وقاعدة قوية بالمعادلة الاتية :



علل / المحلول المائي لمحلول خلات الصوديوم CH_3COONa يكون قاعدياً ؟

ج / لان هذا الملح مشتق من حامض ضعيف CH_3COOH وقاعدته قوية NaOH فعند تحليله مائياً يتبقى OH^-

(مُسبب القاعدية) في المحلول حيث يتفاعل ايون الخلات السالب CH_3COO^-



ايون الحامض الضعيف
(قاعدة قرينة قوية)

علل / المحلول المائي لفورمات البوتاسيوم HCOOK يكون قاعدياً ؟

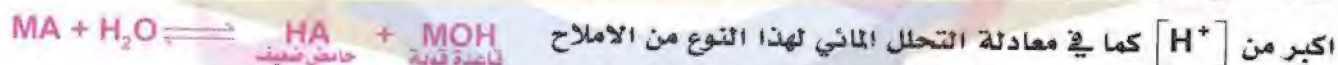
ج / لان هذا الملح مشتق من حامض ضعيف (حامض الفورميك HCOOH) وقاعدته قوية (هيدروكسيد البوتاسيوم KOH) فعند تحليله مائياً يتبقى OH^- في المحلول.



س / واجب / عند التحلل المائي لمحلول فلوريد الصوديوم NaF يتكون محلول قاعدي (وضح مع المعادلات) ؟

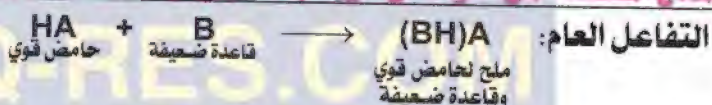
ملاحظة / عند تحليل ملح مشتق من حامض ضعيف وقاعدته قوية في الماء يتكون محلول قاعدي لان صفة المحلول

تعتمد على القوى النسبية للحامض والقاعدة الناتجة من عملية التحلل المائي ، فيكون PH أكبر من 7 و $[\text{OH}^-]$



حامض ضعيف
قاعدة قوية

(3) املاح مشتقة من حوامض قوية (HA) وقواعد ضعيفة (B)



حامض قوي

قاعدة ضعيفة

ملح لحامض قوي
وقاعدة ضعيفة

س / عند التحلل المائي لمحلول $(\text{BH})\text{A}$ مشتق من حامض قوي (HA) وقاعدة ضعيفة (B) يتكون محلول

حامضي . وضح ذلك (علل) ؟ 5- ب- اسئلة الفصل /

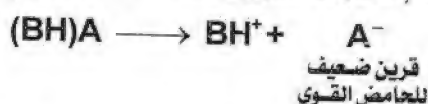
ج / بسبب تبقي ايونات الهيدروجين (H^+) في المحلول (مُسبب الحامضية) فعند (التفكك التام) لهذا الملح (اي ذوبانه) في الماء

يعطي الايونات الموجبة للقاعدة الضعيفة (BH^+) والايونات السالبة (A^-) للحامض القوي ، حيث ينخفض تركيز أيون

BH^+ نتيجة لاتحاده (كونه حامض قرين قوي للقاعدة الضعيفة B) مع ايون OH^- (الناتج من تفكك جزيئات الماء)

لتكوين القاعدة الضعيفة (B) والوصول الى حالة الاتزان وبذلك سيزداد تركيز ايون الهيدروجين الحامضي (H^+) في

المحلول على حساب ايون الهيدروكسيد (المستهلك لتكوين القاعدة الضعيفة) فيصبح المحلول حامضياً.



قرين ضعيف
للحامض القوي



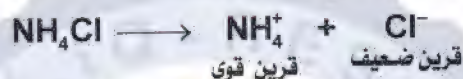
قرين قوي

قاعدة ضعيفة

ماء

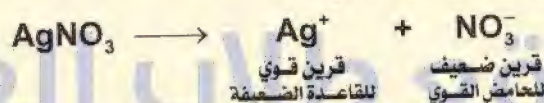
علل/ المحلول المائي لملح كلوريد الأمونيوم NH_4Cl يكون حامضياً ؟

ج/ لان هذا الملح مشتق من حامض قوي HCl وقاعدته ضعيفة NH_4OH فعند ذوبانه في الماء يتأين فيعطي ايون Cl^- (قاعدته قرينة ضعيفة للحامض القوي) والايون NH_4^+ الذي يتفاعل (كونه حامض قرين قوي للقاعدة الضعيفة NH_4OH) مع ايون OH^- (الناتج من تفكك جزيئات الماء) لتكوين القاعدة الضعيفة وبذلك ستزداد ايونات H^+ في المحلول فيصبح المحلول حامضياً.



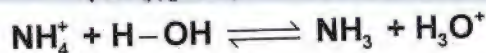
علل/ الماء النقي متعادل ويصبح حامضياً عند اذابة نترات الفضة $AgNO_3$ فيه ؟

ج/ لان $AgNO_3$ ملح مشتق من حامض قوي HNO_3 وقاعدته ضعيفة (هيدروكسيد الفضة $AgOH$) حيث يتفاعل ايون الفضة الموجب Ag^+ كونه حامض قرين قوي مع ايون OH^- (الناتج من تفكك جزيئات الماء) محرراً ايون الهيدروجين الحامضي فيصبح المحلول الحامضي



علل/ المحلول المائي لكبريتات الأمونيوم يكون حامضياً ؟

ج/ لان كبريتات الأمونيوم ملح مشتق من حامض قوي H_2SO_4 وقاعدته ضعيفة NH_4OH حيث يتفاعل ايون الأمونيوم الموجب NH_4^+ كونه حامض قرين قوي مع ايون OH^- (الناتج من تفكك جزيئات الماء) محرراً ايون الهيدروجين الحامضي فتزداد الحامضية.



ملاحظة / عند تحليل ملح مشتق من حامض قوي وقاعدته ضعيفة يتكون محلول حامضي فيكون (PH أقل من 7) و $[H^+]$ أكبر من $[OH^-]$

(4) أملاح مشتقة من خواص ضعيفة (HA) وقواعد ضعيفة (B)

في المحلول المائي لهذا النوع من الأملاح ، يحدث التفاعلين التاليين بشكل اني:



- اذا كان الحامض والقاعدة بنفس القوة (ثابت تفكك الحامض = ثابت تفكك القاعدة) فالمحلول المائي للملح متعادل
- اذا كان ثابت تفكك الحامض اكبر من ثابت تفكك القاعدة فالمحلول المائي للملح الناتج منهما حامضي (اي ن الحامض اقوى نسبياً من القاعدة)
- اذا كان ثابت تفكك القاعدة اكبر من ثابت تفكك الحامض فالمحلول المائي للملح الناتج قاعدي

س/ ما صفة المحلول المائي لخلات الامونيوم $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ؟

ج/ لان الملح مشتق من حامض ضعيف CH_3COOH وقاعدته ضعيفة NH_4OH لذا فان الايونين الناتجين CH_3COO^- و NH_4^+ قرائن قوية تتفاعلان مع جزيئات الماء (حيث يتحد الايون CH_3COO^- مع ايون H^+ والايون NH_4^+ مع الايون OH^-) وبالتالي فالمحلول متعادل لتبقي OH^- و H_3O^+ بتركيز متساوية حيث ان ثابت تفكك الحامض = ثابت تفكك القاعدته

خلاصة/

- املاح مشتقة من حوامض قوية وقواعد قوية : محلولها المائي متعادل لا يؤثر على عملية الاتزان بين ايونات H^+ و OH^- في الماء . فهي لا تتحلل مائيا (لا تتفاعل مع الماء) مثل NaCl و KI
- املاح مشتقة من حوامض ضعيفة وقواعد قوية : محلولها المائي قاعدي مثل KCN و CH_3COONa و HCOOK
- املاح مشتقة من حوامض قوية وقواعد ضعيفة : محلولها المائي حامضي مثل NH_4Cl و AgNO_3 و $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- املاح مشتقة من حوامض ضعيفة وقواعد ضعيفة :

(أ) محلول متعادل اذا كان ثابت تفكك الحامض = ثابت تفكك القاعدته

(ب) يتبع الاقوى اذا كان (ثابت تفكك الحامض لا يساوي ثابت تفكك القاعدته) . مثل خلالات الامونيوم (متعادل) ،

سيانيد الامونيوم NH_4CN (غير متعادل)

دلائل الحوامض والقواعد هي عبارته عن صبغات عضوية (مركبات عضوية ملونة) يعتمد لونها على تركيز ايونات H_3O^+ في المحلول ، وبواسطة لونها تظهر الدلائل مقدار حموضة او قاعدية المحلول .

اسم الدليل	في المحلول الحامضي	في المحلول المتعادل	في المحلول القاعدي
صبغة زهرة الشمس (التموس)	احمر	بنفسجي	ازرق
الفينولفثالين	عديم اللون	عديم اللون	احمر وردي
المثيل الاحمر	احمر	برتقالي	اصفر

- معظم الدلائل الخاصة بتفاعلات حامض - قاعدته هي حوامض عضوية ضعيفة (يرمز لها HIn) يكون لصيغتها غير المتفككة (HIn) لون يختلف عن صيغتها المتفككة (In^-)

مثال/ دليل البروموفينول الازرق (عبارته عن حامض عضوي ضعيف جدا) صيغته غير المتفككة لونها اصفر ، اما صيغته المتفككة فلونها ازرق . كما في المعادلة التالية لدليل HIn : $\text{HIn} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{In}^-$ (اللون 1 اصفر) (اللون 2 ازرق)

ويتحدد لون المحلول من خلال نسبة وجود كميات كلا الصنفين المتفكك In^- وغير المتفكك HIn الموجود فيه

- الدلائل العامة أو الشاملة/** هي نوع من الدلائل المستعملة في تفاعلات التعادل ومكونة من مزيج لعدد من دلائل حامض - قاعدته تظهر تدرج في اللون لدى واسع من الدلالة الحامضية .
- التفاعلات الحيوية التي تحدث داخل اجسامنا تتم في وسط مائي (محلول) حامضي او قاعدي واي اختلاف ولو كان بسيطا في تركيز هذه المحاليل قد يحدث تغييرا في هذه التفاعلات وقد ينتج عنه اختلالا في وظائف الاعضاء .
 - تجري عملية تحضير محاليل الحوامض والقواعد باذابة كمية معلومة (كتلة او عدد مولات) من المادة المذابة وبشكل دقيق في كمية محددة (كتلة او حجم) من المذيب مثل :

① يحضر محلول لحامض الهيدروكلوريك HCl باذابة غاز كلوريد الهيدروجين HCl في الماء

② يحضر محلول لـ NaOH باذابة مادة NaOH الصلبة في الماء

مثال / أحسب مولارية محلول يحوي على 2.65g من HCl في 2L من المحلول (الكتلة المولية 36.5 g/mol)

الحل /

$$n_{(HCl)} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{2.65(g)}{36.5(g/mol)} = 0.0726 \text{ (mol)}$$

$$M_{(mol/L)} = \frac{n(mol)}{V(L)} = \frac{0.0726 \text{ (mol)}}{2.0 \text{ (L)}} = 0.0363 \text{ M}$$

أو باستخدام العلاقة الآتية مباشرة :

$$M_{(mol/L)} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)}$$

مثال / أحسب كتلة $Ba(OH)_2$ (الكتلة المولية = 171 g/mol) اللازمة لتحضير 2.5L من محلول هيدروكسيد

الباريوم بتركيز 0.06M

الحل / قانون المولية : $M_{(mol/L)} = \frac{n(mol)}{V(L)}$

من تعريف عدد المولات : $n_{(HCl)} = \frac{m(g)}{M(g/mol)}$

وبدمج العلاقتين اعلاه نحصل على :

$$M_{(mol/L)} = \frac{m(g)}{V(L)}$$

$$m(g) = M_{(mol/L)} \times V(L) \times M(g/mol)$$

$$m(g) = 0.06(mol/L) \times 2.5(L) \times 171.3(g/mol)$$

$$m(g) = 25.695 \text{ g} \quad (\text{كتلة } Ba(OH)_2)$$

مثال / كيف تحضر 500L محلول 0.1 مولاري من كلوريد الصوديوم (كتلته المولية = 58.5 g/mol)

الحل /

$$M_{(mol/L)} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1000(mL/L)}{V(mL)}$$

$$m(g) = \frac{M(mol/L) \times M(g/mol) \times V(mL)}{1000(mL/L)} = \frac{0.1 \frac{mol}{L} \times 58.5 \frac{g}{mol} \times 500(mL)}{1000 \frac{mL}{L}} = 2.9 \text{ (g)} \text{ NaCl}$$

اذن تذاب 2.9g NaCl في كمية من الماء في دورق حجمي ثم استكمل الماء الى حجم 500 mL

تمرين (1-6)

أحسب مولارية محلول حامض الكبريتيك في لتر منه (الكتلة المولية = 98 g/mol) المركز اذا علمت ان النسبة المئوية الكتلية للحامض في المحلول هي 96.4% وان كتلة المحلول تساوي 1.96 Kg/L

الحل / نحول كتلة المحلول من وحدة Kg/L الى g/L وذلك بضربها في 1000

$$g/L = Kg/L \times 1000 = 1.96Kg/L \times 1000 = 1960 \text{ g/L}$$

ولاستخراج المولية M نجد الكتلة المولية للحامض

$$M_{(H_2SO_4)} = 2 \times 1 + 1 \times 32 + 4 \times 16 = 98 \text{ g/mol}$$

$$M = \frac{g/L}{M(g/mol)} = \frac{1960 \text{ g/L}}{98 \text{ g/mol}}$$

$$M = 20 \text{ mol/L}$$

التسحيح / وهي عملية اضافة محلول احدى المادتين المتفاعلتين (محلول ذو تركيز معلوم (محلول قياسي) ومحلول مادة متفاعلة اخرى مجهولة التركيز) بشكل تدريجي من السحاحة الى المادّة المتفاعلة الاخرى الموجودة في الدورق المخروطي (دورق ايزولماير) لقياس حجم المحلول القياسي المعلوم التركيز اللازم للتفاعل مع حجم محدد من المادّة المراد تقديرها (مجهولة التركيز) ويستعمل الدليل لتعيين نقطة نهاية التفاعل بين المادتين (حامض وقاعدّة)

السحاحة / اداة زجاجية اسطوانية الشكل مدرجة بشكل يمكن من قياس حجم المحلول الموجود فيها بدقة ويتم عن طريقها اجراء عملية التسحيح حيث تستعمل لاضافة المحاليل بشكل كمي وتدريجي.

نقطة الانتهاء / وهي النقطة التي ينتهي فيها التفاعل بين الحامض والقاعد و التي عندها يتغير لون الدليل في عملية التسحيح، حيث تقف عندها عملية التسحيح.

نقطة التكافؤ / النقطة التي تكون عندها كميات كيميائية متكافئة من المواد المتفاعلة (حامض وقاعد) قد تفاعلت

مثال لتوضيح عملية التسحيح / عند تسحيح محلول لحامض ذو تركيز مجهول (M_1) الموجود في دورق مخروطي (اي حجمه V_1) بالاضافة التدريجية له من محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي (ذو تركيز معلوم (M_2) من السحاحة (اي حجمه V_2) ويتم تحديد نقطة نهاية التفاعل (**نقطة الانتهاء**) عند تغير لون الدليل الفينولفثالين المضاف الى المحلول المسح. وعند قياس حجم محلول القاعد القياسي V_2 الموجود في السحاحة اللازم لاكمال التفاعل مع حجم معين من الحامض المجهول التركيز يمكن ايجاد تركيز الحامض المجهول (M_1) من خلال قانون التخفيف ($M_1V_1 = M_2V_2$)

M_1 : تركيز الحامض (مجهول التركيز ؟) (المحلول المسح)

V_1 : حجم الحامض الموجود في الدورق والتفاعل مع حجم القاعد المضافة

M_2 : تركيز القاعد (المحلول القياسي معلوم التركيز) (المحلول المسح)

V_2 : حجم القاعد المضافة من السحاحة واللازم لاكمال التفاعل (اي التعادل) مع حجم الحامض

ملاحظة / عند تسحيح محلول لحامض مقابل لقاعد يتفاعل ايون الهيدروجين في المحلول الحامضي مع ايون الهيدروكسيد في المحلول القاعدي سوف ينخفض تركيز H^+ نتيجة لتعادله مع ايون OH^- حيث يصل نقطة التعادل (نقطة الانتهاء) حيث يتغير لون المحلول.

المحلول القياسي / محلول ترلاكيته معلوم بشكل دقيق

المعايرة / عملية يتم بواسطتها تعيين تركيز المحلول بشكل دقيق ، وتتم عادة بتسحيحه مقابل كمية معلومة ومضبوطة من مادة قياسية

مثال / ما هو التركيز المولاري لمحلول حامض الهيدروكلوريك اذا علمت ان 36.5 mL منه كان لازما للتفاعل

مع (43.2 mL) من (0.236 M) من محلول هيدروكسيد الصوديوم ؟

الحل / معادلة التفاعل: $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$ يتضح من معادلة التفاعل ان مول واحد من الحامض يكافئ مول واحد من القاعد ، او مللي مول واحد من الحامض يكافئ مللي مول واحد من القاعد لذلك نحسب عدد مللي مولات هيدروكسيد الصوديوم المشتركة في التفاعل اولا والتي سوف تساوي عدد مللي مولات حامض الهيدروكلوريك . ثم بعد ذلك يمكن حساب التركيز المولاري لحامض الهيدروكلوريك لان حجم محلول الحامض معلوم.

المعلومات / $V_{HCl} = 36.5 \text{ mL}$, $M_{HCl} = ?$, $V_{NaOH} = 43.2 \text{ mL}$, $M_{NaOH} = 0.236 \text{ M}$

وباستخدام قانون التخفيف للمحلول: $M_{HCl} \times V_{HCl} = M_{NaOH} \times V_{NaOH}$

$$M_{HCl} \times 36.5(\text{mL}) = 0.236(\text{M}) \times 43.2(\text{mL}) \Rightarrow M_{HCl} = \frac{0.236(\text{M}) \times 43.2(\text{mL})}{36.5(\text{mL})} = \boxed{0.278 \text{ (M)}}$$

مثال / في عملية تسحيح محلول حامض الكبريتيك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي وجد ان 43.2 mL

من محلول 0.236 M هيدروكسيد الصوديوم يستهلك 36.5 mL من محلول الحامض للوصول الى نقطة نهاية

التفاعل (تغير لون دليل بروموفينول الازرق من اللون الازرق الى اللون الاصفر) ما هي مولارية محلول H_2SO_4

الحل / $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$ تظهر المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل ان نسبة التفاعل هي 1mmol من H_2SO_4 لكل 2mmol من $NaOH$ لذلك تكون عدد مولي مولات حامض الكبريتيك مساوية لث نصف عدد مولي مولات هيدروكسيد الصوديوم لذا نكتب قانون التخفيف على الصورة الآتية:

المعلومات /
 $V_{H_2SO_4} = 36.5 \text{ mL}, M_{H_2SO_4} = ?, V_{NaOH} = 43.2 \text{ mL}, M_{NaOH} = 0.236 \text{ M}$
 $M_{H_2SO_4} \times V_{H_2SO_4} = \frac{1}{2} \times (M_{NaOH} \times V_{NaOH}) \rightarrow M_{H_2SO_4} \times 36.5(\text{mL}) = \frac{1}{2} \times (0.236(\text{M}) \times 43.2(\text{mL}))$
 $M_{H_2SO_4} = \frac{(0.236(\text{M}) \times 43.2(\text{mL}))}{2 \times 36.5(\text{mL})} = \boxed{0.139 \text{ M}}$

ملاحظة / يمكن اعتبار ان عدد مولي مولات $NaOH$ مساوية لضعف عدد مولي مولات H_2SO_4

فيصبح القانون الآتي: $2(M_{H_2SO_4} \times V_{H_2SO_4}) = M_{NaOH} \times V_{NaOH}$

تمرين (2-6)

تم معايرة (ايجاد التركيز المضبوط) محلول هيدروكسيد البوتاسيوم وذلك بتسحيح 25mL منه مع محلول حامض الهيدروكلوريك القياسي (0.08M) فاذا علمت ان 42mL من الحامض قد استهلكت في عملية التسحيح لحين تغير لون دليل المثيل الاحمر المستخدم من اللون الاصفر الى اللون الاحمر. ما التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم ؟



ان نسبة التفاعل هي 1mmol من HCl يكافئ 1mmol من القاعدة.

قانون التخفيف : $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$ (محلول القاعدة) (محلول الحامض)

$M_{HCl} \times V_{HCl} = M_{KOH} \times V_{KOH}$

$0.08 \text{ M} \times 42 \text{ mL} = M_{KOH} \times 25 \text{ mL}$

$M_{KOH} = \frac{0.08 \text{ M} \times 42 \text{ mL}}{25 \text{ mL}} = \boxed{0.134 \text{ M}}$

مثال / تم تسحيح 20mL من محلول حامضي تركيزه 0.1M مع 30mL من 0.2M محلول هيدروكسيد الصوديوم. أوجد (1) نسبة التفاعل بين $NaOH$ والحامض (أو عدد مولات القاعدة التي تعادلت خلال التفاعل مع مول واحد من الحامض). (2) كتلة الحامض في المحلول الذي استهلك في التعادل - علما ان الكتلة المولية للحامض المجهول 98 g/mol

(أو عدد مولات القاعدة يساوي 3 أضعاف عدد مولات الحامض.

لايجاد كتلة الحامض:
 $M_{(\text{mol/L})} = \frac{m(\text{g})}{M(\text{g/mol})} \times \frac{1000(\text{mL/L})}{V(\text{mL})}$

$0.1_{(\text{mol/L})} = \frac{m(\text{g})}{98(\text{g/mol})} \times \frac{1000(\text{mL/L})}{20(\text{mL})}$

$m(\text{g}) = \frac{0.1(\text{mol/L}) \times 98(\text{g/mol}) \times 20(\text{mL})}{1000(\text{mL/L})}$

$m(\text{g}) = \boxed{0.196 \text{ (g)}}$



$M_{HA} \times V_{HA} = \frac{1}{2} (M_{NaOH} \times V_{NaOH})$

$0.1 \text{ M} \times 20 \text{ mL} = \frac{1}{X} (0.2 \text{ M} \times 30 \text{ mL})$

$X = \frac{0.2 \text{ M} \times 30 \text{ mL}}{0.1 \text{ M} \times 20 \text{ mL}} = \boxed{3}$

هي 1mmol من الحامض لكل 3 mmol من

$NaOH$ (وبذلك فان عدد مولات الحامض = $\frac{1}{3}$

عدد مولات القاعدة)



مثال / كم mL من حامض الكبريتيك المركز تركيزه (12M) نحتاج لتحضير (1L) منه بتركيز (0.24M)

الحل /

$$V_1 = \frac{0.24M \times 1000mL}{12M} = \boxed{20 mL} \quad (\text{حجم الحامض المركز})$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \quad (\text{بعد التخفيف}) \quad (\text{قبل التخفيف})$$

$$12M \times V(mL) = 0.24M \times (1L \times 1000mL/L)$$

ملاحظة / الحوامض احادية البروتون مثل HCl عند تأينها تعطي بروتون واحد (H^+) $HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

الحوامض ثنائية البروتون مثل H_2SO_4 عند تأينها بشكل تام تعطي بروتونين ($2H^+$) $H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

الحوامض ثلاثية البروتون مثل H_3PO_4 عند تأينها تعطي 3 بروتونات ($3H^+$) $H_3PO_4 \longrightarrow 3H^+ + PO_4^{3-}$

مثال / تعادل 0.320g من حامض مذاب في 50mL من الماء مع 32.5mL محلول 0.125M هيدروكسيد

الصوديوم. فإذا علمت ان الحامض احادي البروتون. فما هي كتلته المولية ؟

$$M(HA) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1000(mL/L)}{V(mL)}$$

$$0.08125(mol/L) = \frac{0.32(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1000(mL/L)}{50(mL)}$$

$$M = \frac{0.32(g) \times 1000(mL/L)}{0.08125(mol/L) \times 50(mL)}$$

$$M = \boxed{78.769} (g/mol)$$



حامض احادي البروتون

من المعادلة فان عدد ملي مولات الحامض تساوي عدد ملي مولات القاعدة.

$$M_{HA} \times V_{HA} = M_{NaOH} \times V_{NaOH}$$

$$M_{HA} \times 50mL = 0.125M \times 32.5mL$$

$$M_{HA} = \frac{0.125M \times 32.5mL}{50mL} = \boxed{0.08125 M}$$

س / واجب / تعادل 0.098g من حامض مذاب في 10mL من الماء مع محلول NaOH تركيزه 0.4M وحجم

5mL إذا علمت ان الكتلة المولية للحامض = 98 g/mol أوجد نسبة التفاعل بين NaOH والحامض

(أو عدد ملي مولات القاعدة التي تعادلت خلال التفاعل مع ملي مول واحد من الحامض ؟) **ج / 2**

س / واجب / تم اذابة 4.9g من حامض الكبريتيك في الماء المقطر واكمل الحجم الى 500mL فوجد ان 20mL

من محلول الحامض الناتج تتعادل مع 10mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم. أوجد :

(أ) مولارية محلول NaOH (ب) كتلة القاعدة المستهلكة في التعادل .

$$\boxed{0.16g, 0.4M} \quad \text{ج /}$$

(الكتلة المولية لـ $H_2SO_4 = 98 g/mol$ و $NaOH = 40 g/mol$) ؟

س / واجب / 0.5L من حامض H_2SO_4 المخفف تم تحضيره من تخفيف 5mL من الحامض المركز حيث تعادل

20mL من الحامض المخفف مع 10mL من محلول $Ca(OH)_2$ بتركيز 0.2M ، أحسب مولارية كل

$$\boxed{10M, 0.1M} \quad \text{ج /}$$

من الحامض المخفف والحامض المركز ؟

اسئلة الفصل السادس

6-1/ كيف عرف أرينوس الحامض والقاعدة وعملية التعادل ؟ وضح ذلك بالأمثلة

ج/ راجع الملزمة

6-2/ مستعينا بنظرية برونشتد ولوري . وضح المقصود بكل مما يأتي مع الأمثلة:

(أ) حامض (ب) قاعدة قرينة (ج) قاعدة (د) حامض قرين (هـ) زوج لحامض - قاعدة قرينة

ج/ حسب نظرية برونشتد ولوري:

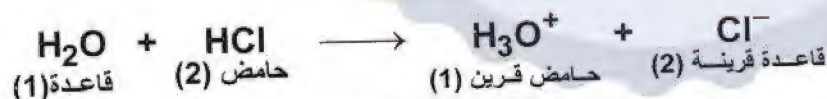
(أ) **الحامض**، هو اي جزيئة أو ايون يحوي على الهيدروجين وله القابلية على منح البروتون (H^+)

(ب) **القاعدة**، هي اي جزيئة أو ايون يستطيع استقبال البروتون في كل تفاعل بين مادة تسلك سلوكا حامضيا واخرى تسلك سلوكا قاعديا (بحسب مفهوم برونشتد ولوري) يكون هناك زوجان من حامض - قاعدة يرتبط كل زوج منهما ببعضهما البعض بفقد أو اكتساب بروتون وبذلك يشكل احد الزوجين حامض وقاعدة قرينة اما الزوج الثاني فانه يشكل قاعدة وحامض قرين.

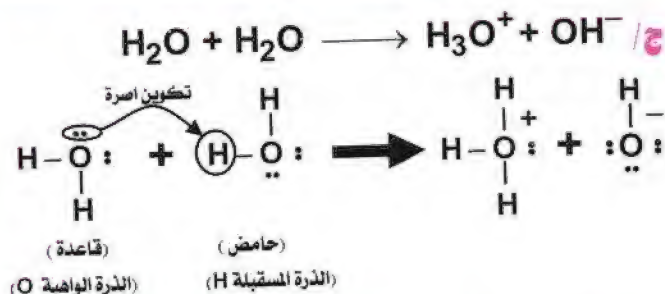
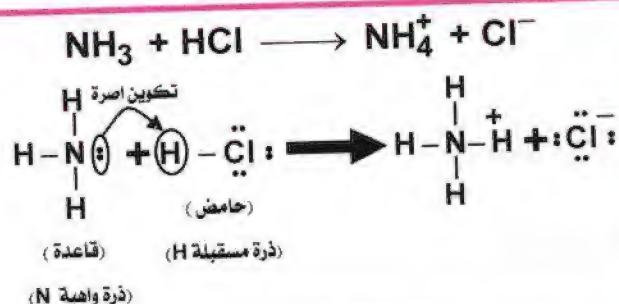
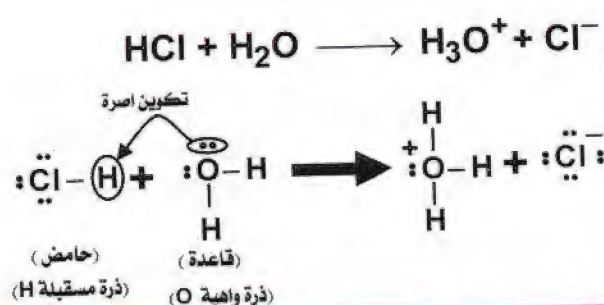
لهذا ففي المعادلة يكون HCl (حامض) و Cl^- (قاعدة قرينة) بمعنى زوج من (حامض - قاعدة قرينة) بينما

يمثل H_2O (قاعدة) و H_3O^+ (حامض قرين) اي بمعنى زوج من (قاعدة - حامض قرين)

وحسب المثال الآتي:



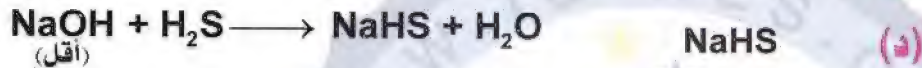
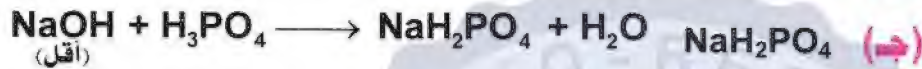
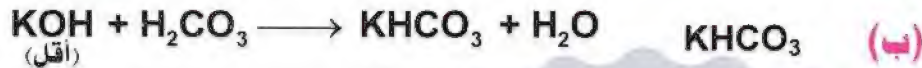
6-3/ ميز بين الحوامض والقواعد في كل مما يأتي مستعينا بنظرية لويس ، مبينا الذرة الواهبة والذرة المستقبلة للمزدوج الالكتروني:



يسلك احد جزيء الماء سلوك حامض لويس وهو الجزيء الذي يستقبل المزدوج الالكتروني من قبل البروتون اما الجزيء الاخر فيسلك سلوك قاعدة لويس لان ذرة الاوكسجين فيه تسلك سلوك الذرة الواهبة

6 - 4 / ما المقصود بالملح الحامضي ؟ اكتب معادلات كيميائية موزونة تبين فيها كيفية الحصول على الاملاح

الحامضية الناية من الحوامض والقواعد المناسبة ؟ (أ) NaHSO_3 (ب) KCO_3 (ج) NaH_2PO_4 (د) NaHS



5-6 / علل ما ياتي (أ) محاليل الاملاح المشتقة من الحوامض القوية والقواعد القوية تكون متعادلة

ج / راجع الملزمة ص ١٧٦

(ب) محاليل الاملاح المشتقة من الحوامض القوية والقواعد الضعيفة تكون حامضية

ج / راجع الملزمة ص ١٧٨

(ج) محاليل الاملاح المشتقة من الحوامض الضعيفة والقواعد القوية تكون قاعدية

ج / راجع الملزمة ص ١٧٧

6-6 / احسب مولارية محلول حامض النتريك اذا علمت ان 35.7mL منه يعادل في عملية التسحيح

0.302g من Na_2CO_3 (الكتلة المولية لـ $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 106 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$)



من المعادلة نلاحظ ان كل 1mol Na_2CO_3 يكافئ 2mol HNO_3 اذن عدد ملي مولات الحامض مساوية لضعف عدد ملي مولات كربونات الصوديوم

نكتب قانون التخفيف:

$$M_{\text{HNO}_3} \times V_{\text{HNO}_3} = 2n_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

$$M_{\text{HNO}_3} = \frac{2n_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{V_{\text{HNO}_3}} = \frac{2 \times 2.8 \text{ mmol}}{35.7 \text{ mL}}$$

$$M_{\text{HNO}_3} = 0.16 \text{ mmol/mL} = 0.16 \text{ mol/L (تركيز } \text{HNO}_3 \text{)}$$

$$M_{\text{HNO}_3} \times V_{\text{HNO}_3} = 2(M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \times V_{\text{Na}_2\text{CO}_3})$$

$$n_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{m_g}{M_{(\text{g/mol})}} = \frac{0.302(\text{g})}{106(\text{g/mol})}$$

$$n_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = 0.0028 \text{ mol} = 2.8 \text{ mmol}$$

$$n_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = M_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)} \times V_{(\text{Na}_2\text{CO}_3)}$$

مكتب الشمس

اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصرا

7-6 / كم هو حجم حامض HCl المركز (النسبة المئوية الكتلية له = 36% وكثافته = 1.18 g/mL) اللازم لتحضير

500mL من محلول مخفف للحامض نفسه بتركيز 2M ؟ (الكتلة المولية لـ HCl = 36.5 g/mol)

الحل /

$$(M_1 \times V_1)_{\text{HCl مركز}} = (M_2 \times V_2)_{\text{HCl مخفف}}$$

$$\left(\frac{\rho(\text{g/mL}) \times \% \text{ كتلية}}{M} \right) \times V_1(\text{mL}) = 2 \times 500\text{mL}$$

$$\left(\frac{1.18 \times \frac{36}{100}}{36.5} \right) \times V_1(\text{mL}) = 1000$$

$$V_1 = \frac{36.5 \times 1000}{1.18 \times 0.36} = \frac{36500}{0.4248}$$

$$V_1 = \boxed{85.9 \text{ mL}} \quad (\text{حجم HCl المركز})$$

8-6 / أجب كتلة HNO₃ التي تحتويها 5mL من محلول الحامض المركز

(النسبة المئوية الكتلية له = 69.8% وكثافته = 1.42 g/mL)

ج / تحسب عدد غرامات الحامض النقي في المليلتر من الكثافة والنسبة المئوية : $\text{g/mL} = 1.42 \text{ g/mL} \times \frac{69.8}{100} = 0.99 \text{ g/mL}$

وهذه القيمة تمثل عدد الغرامات في 1mL ولاستخراج عدد الغرامات في 5mL نضرب هذه القيمة $\times 5$:

$$\text{g/5mL} = 0.99 \times 5 = 4.95 \text{ g / 5 mL}$$

عزيزي الطالب

ان هذه الملزمة التي بين يديك هي نفس الملزمة التي يعتمد عليها مدرس المادة في تدريسه الخصوصي حيث هي خلاصة جهد الاستاذ وهي خاضعة للتنقيح والتجديد المستمر من قبل مدرس المادة فاطلب النسخة الاصلية من

مكتب الشمس حصرا



9-6 / ما كمية ملح كبريتات الامونيوم $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (الكتلة المولية = 132.8 g/mol) اللازمة لتحضير 400mL من محلول بتركيز 0.25M ؟

$$M(\text{mol/L}) = \frac{m(\text{g})}{M(\text{g/mol})} \times \frac{1000(\text{mL/L})}{V(\text{mL})} \rightarrow m(\text{g}) = \frac{M(\text{mol/L}) \times M(\text{g/mol}) \times V(\text{mL})}{1000(\text{mL/L})}$$

$$m_{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} = \frac{0.25(\text{mol/L}) \times 132.8(\text{g/mol}) \times 400(\text{mL})}{1000(\text{mL/L})} = 13.28 \text{ g}$$

10-6 / كم هو حجم حامض الكبريتيك المركز (النسبة المئوية الكتلية له = 98% وكثافته = 1.84 g/mL) اللازم لتحضير 100mL من محلول الحامض المخفف (النسبة المئوية الكتلية له = 20% وكثافته = 1.14 g/mol) (الكتلة المولية = 98 g/mol)

الحل

$$M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = (2 \times 1) + (1 \times 32) + (4 \times 16) = 98 \text{ g/mol}$$

$$(M_1 \times V_1)_{\text{حامض مركز}} = (M_2 \times V_2)_{\text{حامض مخفف}}$$

$$\left(\frac{\rho(\text{g/mL}) \times \% \text{ كتلية}}{M} \right) \times V_1 = \left(\frac{\rho(\text{g/mL}) \times \% \text{ كتلية}}{M} \right) \times V_2$$

$$\left(\frac{1.84 \times \frac{98}{100}}{98} \right) \times V_1(\text{mL}) = \left(\frac{1.14 \times \frac{20}{100}}{98} \right) \times 100(\text{mL})$$

$$V_1 = \frac{98 \times 1.14 \times 0.2 \times 100}{1.84 \times 0.98 \times 98} = \frac{2234.4}{176.7136}$$

$$V_1 = 12.6 \text{ mL} \quad (\text{حجم } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ المركز})$$

11-6 / ضع علامة (✓) امام العبارة الصحيحة وعلامة (X) امام العبارة غير الصحيحة فيما يلي:

- (X) (1) جميع حوامض وقواعد برونشتد - لوري تعتبر حوامض وقواعد أرهينيوس
- (✓) (2) تتفاعل الامونيا مع الماء كقاعدة برونشتد
- (✓) (3) يتعبر كلوريد الالمنيوم (AlCl_3) من حوامض لويس
- (X) (4) تسلك القاعدة القرينة للحامض القوي سلوك قاعدة قوية
- (✓) (5) يعتبر ثالث فلوريد البورون حامض لويس
- (✓) (7) يتضمن تفاعل حامض - قاعدة حسب نظرية برونشتد - لوري انتقال بروتونات
- (X) (8) احدى المتطلبات الضرورية لقاعدة برونشتد - لوري وجود ايون الهيدروكسيد في صيغتها الكيميائية

الفصل السابع

كيمياء البوليمرات

البوليمرات / جزيئات عملاقة مؤلفة من عدد كبير من الجزيئات الصغيرة تسمى مونمرات ارتبطت ببعضها بأواصر على الاغلب تساهمية على شكل سلاسل طويلة من خلال تفاعلات كيميائية عضوية مثل البولي اثيلين

- تتكون كلمة بوليمر من مقطعين ، بولي (Poly) كلمة إغريقية تعني متعدد وكلمة مير (mer) تعني جزيء ، وهكذا فالبوليمر تعني متعدد الجزيئات.
- يحتوي الواحد من البوليمرات على ما يقارب من 1000 الى 200000 ذرة معظمها كاربون وهيدروجين.

المونمرات / جزيئات صغيرة قد تكون مركبات عضوية او غير عضوية تتحد مع بعضها بتفاعل كيميائي (تفاعل بلمرة) لتكون سلاسل عملاقة هي البوليمر الذي يتكون من وحدات هذه الجزيئات مكررة تسمى بالوحدة المكررة ، فجزيء الاثيلين هو المونمر للبولي اثيلين

البلمرة / هي عملية ربط الجزيئات الصغيرة (المونمرات) معا لتكوين جزيئات عملاقة هي البوليمرات. ويمكن تمثيل عملية البلمرة لتكوين البوليمر $(M)_n$ بالمعادلة الآتية :

حيث M رمز المونمر
و n عدد المونمرات (5-50000)



بوليمر بعدد n وحدة مكررة \longrightarrow مونمر بعدد n

WWW.IQ-RES.COM

انواع البوليمرات

(1) **البوليمرات الطبيعية** وهي البوليمرات الموجودة في الطبيعة كالكثا والسيلولوز والبروتينات والمطاط الطبيعي والدهون.

(2) **البوليمرات المصنعة** وهي البوليمرات التي تم تحضيرها مختبريا او صناعيا بواسطة الانسان كالبولي اثيلين والبولي امايد (النيلون) والبولي كلوريد الفاينيل وغيرها.

تصنيف البوليمرات بحسب تأثير درجة الحرارة عليها /

(1) **بوليمرات مطاوعة للحرارة** / وهي البوليمرات التي تتلين عند تسخينها (غير ثابتة حراريا) حيث يمكن

اعادة تشكيلها عدة مرات ثم تتصلب عند انخفاض درجة حرارتها وتسمى (البلاستيكات) ومن اشهر

امثلتها: البولي اثيلين PE والبولي بروبيلين PP والبولي كلوريد الفاينيل PVC والبولي ستايرين PS

(2) **بوليمرات غير مطاوعة للحرارة** / وهي البوليمرات التي لا تتلين عند تسخينها (ثابتة حراريا) بل تحافظ

على شكلها الاصلي. ومن اشهر امثلتها الميلامين ، والمطاط الصناعي.

تصنيف البوليمرات بحسب تركيبها البنائي وتأثير التسخين عليها /

(خطي)

(1) **البوليمرات الخطية (المستمرة)** / وهي بوليمرات ترتبط فيها المونمرات بعضها ببعض بصورة مستمرة بحيث لا يؤدي الى تكوين فروع جانبية ، (وتكون غير ثابتة حراريا (مطاوعة للحرارة) عند تسخينها **اعل** / لان جزيئاته تكون حرّة الحركة فتتزلق بسهولة اماماً وخلفاً بعضها فوق بعض حيث ينصهر البوليمر اكثر من مرة لذا يمكن تشكيله عدّة مرات). ومن امثلتها : متعدد (بولي) اثيلين عالي الكثافة **H.D.P.E**



(متفرع)

(2) **البوليمرات المتفرعة** / وهي البوليمرات التي عند ارتباط الوحدات البنائية (المونمرات) بعضها مع بعض تنتج تفرعات (سلاسل جانبية من المونمرات). وتكون غير ثابتة حراريا عند تسخينها بالرغم من احتواء جزيئاته على سلاسل جانبية تمنع الجزيئات من الانزلاق بعضها فوق بعض بسهولة مثل بولي اثيلين منخفض الكثافة **L.D.P.E**



(متشابك)

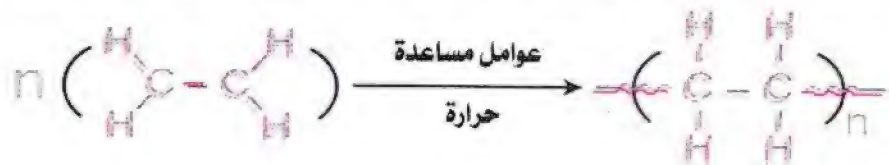
(3) **البوليمرات المتشابكة** / وهي بوليمرات ترتبط فيها الجزيئات المتجاورة مع بعضها بسلاسل جانبية صغيرة مؤلفة من وحدات بنائية قد تكون من نفس نوع البوليمر او تختلف عنه ، (وتكون ثابتة حراريا **اعل** / لان جزيئاته المتجاورة تكون مترابطة فيما بينها فلا تتمكن من الانزلاق بعضها فوق بعض عند التسخين فتبقى محافظة على شكلها.

يمكن الحصول على البوليمرات المصنعة بنوعين من البلمرة وهي:

(1) **البلمرة بالاضافة** (2) **البلمرة بالتكاثف**

البلمرة بالاضافة / تفاعل كيميائي يتم فيه اضافة عدد كبير جدا من جزيئات صغيرة غير مشبعة (مونمر يحوي اصرّة مزدوجة) لتكون جزيء واحد عملاق وهو البوليمر بدون اي ناتج عرضي وتصنع من نوع واحد من المونمر. ومن امثلتها : اضافة جزيئات الاثيلين لبعضها لتكوين جزيء البولي اثيلين (**P.E**) والبولي كلوريد الفايثيل (**P.V.C**) والبولي ستايرين (**P.S**) والبولي بروبيلين (**P.P**)

① **البولي اثيلين (P.E) / تحضيره** / يحضر من اضافة جزيئات الاثيلين $CH_2=CH_2$ (مونمر) لبعضها بصورة متكررة حيث تنكسر احدى الاصرتين بين ذرتي الكربون في جزيئة الاثيلين (الاصرة باي π) وترتبط كل ذرة منهما بذرة كربون من جزيئة اخرى لتكوين جزيء البولي اثيلين طول سلسلته الجزيئية يمثل عدد جزيئات الاثيلين (وحداتها المكررة) (**n**) المتبلمرة والتي يصل عددها 50000 أو اكثر كما في المعادلة الاتية المختصرة :



(أثيلين (مونمر)

(بولي اثيلين)

• يمكن تمثيل ارتباط جزيئات الاثيلين في بولي الاثيلين بالشكل الآتي:



أو

• هناك ثلاث اشكال لبولي اثيلين بحسب درجة الحرارة والضغط المستخدمة عند تحضيرها في تفاعل البلمرة وهي:

(أ) بولي اثيلين عالي الكثافة (H.D.P.E)

(ب) بولي اثيلين منخفض الكثافة (L.D.P.E)

(ج) بولي اثيلين متشابك (C.P.E)

بولي اثيلين عالي الكثافة (H.D.P.E) / تحضيره / يتكون عندما يسخن الاثيلين الى 100°C في مذيب

هيدروكربوني وعند ضغط جوي عادي فيكون بوليمر خطي ذو كثافة عالية.

استخداماته / تصنع منه الاوعية البلاستيكية كعبوات الحليب والعصائر (بسبب قوته وصلابته)

علل / البوليمر الخطي مثل (H.D.P.E) ذو كثافة عالية ؟

ج / لان الجزيئات الخطية متراصة بشكل متقارب جدا فيكون حجمها صغيرا مما يجعل كثافتها عالية لذلك يبقى البوليمر قويا وصلبا.

بولي اثيلين منخفض الكثافة (L.D.P.E) / تحضيره / يتكون عندما يسخن الاثيلين الى 200°C عند ضغوط

عالية (تقريبا 1000atm) مع قليل من الاوكسجين كبديء للتفاعل فيكون بوليمر متفرع (منخفض الكثافة) اذ يحدث التفرع عند ازالة ذرات هيدروجين من الجزيئة وازضافة جزيئات اثيلين بدلا منها في هذه المواقع على عكس الجزيئات الخطية لان جزيئاتها لا تتمكن من التجمع متقاربة.

استخداماته / يستخدم في صنع الاكياس البلاستيكية العادية (لانه اقل صلابة من البولي اثيلين عالي الكثافة)

علل / تكون كثافة السلسلة المتفرعة اقل من كثافة السلسلة الخطية ؟

ج / لان جزيئات السلسلة المتفرعة لا تتمكن من التجمع متقاربة عكس السلسلة الخطية وبالتالي تكون كثافتها اقل وصلابتها اقل.

ملاحظة / ان سلسلة البوليمر في الاشرطة اللاصقة هي بولي اثيلين منخفض الكثافة له قيمة n حوالي (10 000)

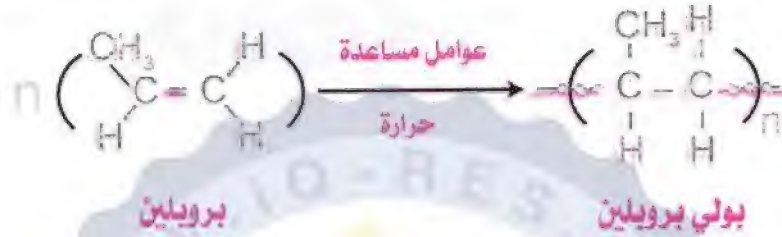
وحده مونمر لكل سلسلة ، وله متوسط كتلة مولية حوالي (300000)

بولي اثيلين متشابك (C.P.E) / تحضيره / يمكن الحصول عليه عندما تُزال ذرات هيدروجين من جزيئات البولي

اثيلين ، حيث يترايط جزيئان متجاوران من السلسلة ويكونان ارتباطا متشابكا بين جزيئتين وهو اكثر صلابة وقوة من (H.D.P.E)

استخداماته / تصنع منه الاشياء التي تتطلب صلابته شديدة مثل المقاعد والصناديق البلاستيكية

٢) **البولي برويلين (P.P) / تحضيره** / يتكون من اتحاد عدد كبير من جزيئات البروبلين ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$) مع وجود عوامل مساعدت حيث تتكرر هذه العملية حتى تترايط الالاف من جزيئات البروبلين مكونة البولي برويلين كما في المعادلة التالية المختصرة:



أو



س/ ما هي مميزات البولي برويلين (P.P) ؟

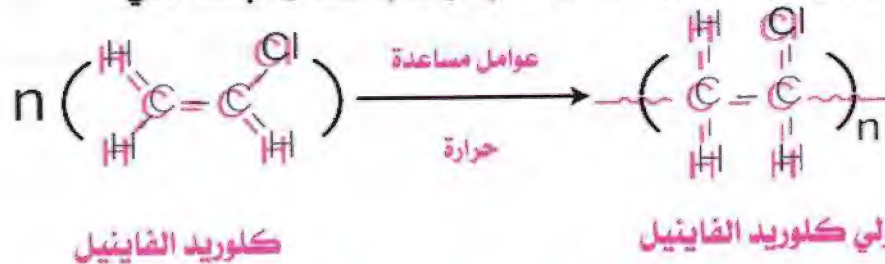
ج/ (1) سهولة تشكيله وصبه ومقاومته للحرارة والمواد الكيميائية.

(2) عدم قابليته للكسر (3) شفاف وعديم الرائحة

استخدامات (P.P) يستخدم في صناعة (1) الكراسي والاكواب والحبال والحقائب البلاستيكية. (2) حافظات

الورق والواح تقطيع الطعام واغلفة الاسطوانات. (3) الادوات الطبية والالعب والانابيب.

٣) **البولي كلوريد الفايثيل (P.V.C) / تحضيره** / يتكون من ارتباط عدد كبير من جزيئات كلوريد الفايثيل ($\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{Cl}$) مع وجود عوامل مساعدت مناسبة وحسب التفاعل المبسط الاتي:



س/ ما هي مميزات بولي كلوريد الفايثيل التي يتصف بها ؟

ج/ (1) اكثر متانة ومقاومة للحرارة والمواد الكيميائية من بولي الاثيلين والبروبلين

(2) رخص ثمنه (3) يستخدم بدلا من الانابيب المعدنية في صناعة انابيب المياه.

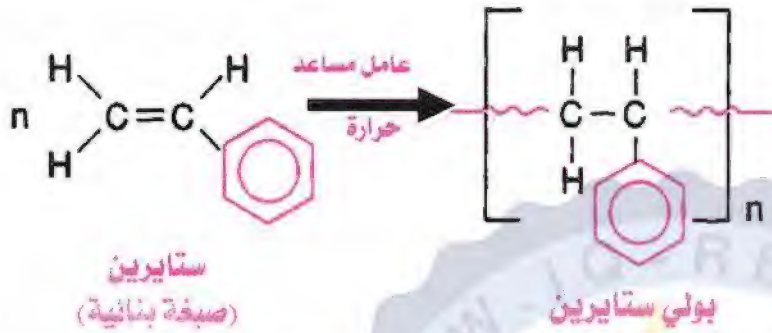
(4) مقاوم للماء وعازل. / علل / لذلك يدخل في صناعة فرش السيارات والمعاطف المطرية.

استخدامات (P.V.C) يستخدم في صناعة هياكل الطائرات الرياضية واللواصق وانابيب المياه واطار النوافذ

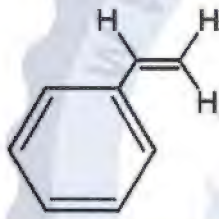
وانابيب البلاستيك والجلد الصناعي وفي فرش السيارات والمعاطف المطرية

٤ البولي ستايرين (P.S)

/تحضيره/



يتكون من بلمرة أحد الجزيئات الأروماتية وهو الستايرين بوجود عوامل مساعدت مناسبة حسب المعادلة المختصرة الآتية :



• يمكن كتابة الصيغة البنائية للستايرين (S) بالصورة الآتية

س/ ما هي مميزات البولي ستايرين (PS) :

ج/ مادة صلبة بيضاء تتميز بسهولة تشكيلها ومقاومتها للأحماض والقلويات

/استخدامات بولي ستايرين/ يستخدم في صناعة

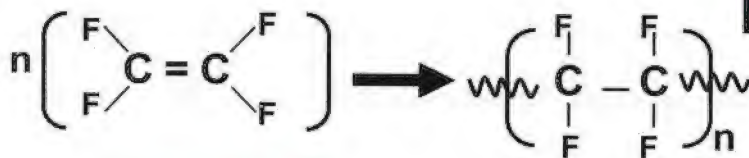
- (1) الاسفنج الصناعي (الفلين) مثل الاكواب والاطباق الفلينية والاكواب البلاستيكية وفي مواد تغليف الاجهزة.
- (2) العوازل الحرارية والانابيب وبعض الأواني المنزلية وحوايات الخضار.

الفلين / وهو عبارة عن كرات صغيرة مصنوعة من البولي ستايرين يختلف حجمها بحسب نوع الفلين وتوجد متراصة مع بعضها ومادة الفلين لا تشتعل في الهواء الجوي ، وعند تعريضها للهب في جو مشبع بالأكسجين (30% عى الأقل) فإنه يشتعل.

علل/ يستخدم الفلين في صناعة المواد المقاومة للحرارة العالية ؟

ج/ لان مادة الفلين خاصة عدم الاشتعال في الهواء الجوي الاعتيادي .

٥ بولي رباعي فلورو اثيلين (التفلون) /تحضيره/



رباعي فلورو اثيلين

التفلون (PTFE)

يحضر من المونمر رباعي فلورو اثيلين $(\text{CF}_2-\text{CF}_2)$ حيث تترايط جزيئات هذا المونمر على شكل سلسلة طويلة لتكوين مادة التفلون كما في المعادلة المختصرة الآتية :

علل/ التفلون اثبت من اي مادة متبلمرة اخرى ؟ / 6 - اسئلة الفصل

ج/ يرجع ذلك الى ان ذرات الفلور اكبر حجما من ذرات الهيدروجين مما يجعل من الصعب وصول اي مركب كيميائي الى سلسلة الكربون والتفاعل معها وهذا يجعل هذا البوليمر ثابت فضلا عن انه لا يحترق (مركبات الفلور وكاربونية مقاومة للاحتراق) ولا يتآكل بفعل العوامل الجوية ولا يميل الى تكوين اواصر مع غيره.

/ **يمتاز التفلون بالصفات الآتية** / (1) مقاومته الشديدة للحرارة والمواد الكيميائية.

(2) اثبت من اي مادة متبلمرة سواء اكانت طبيعية ام مصنعة (3) لا يحترق ولا يتاكل بفعل العوامل الجوية.

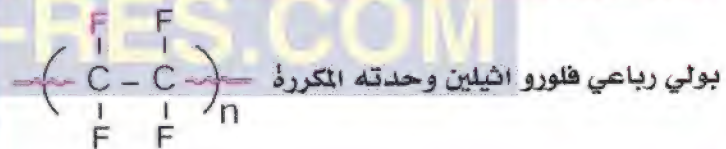
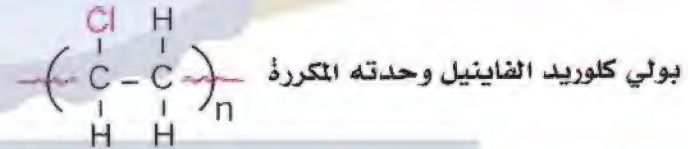
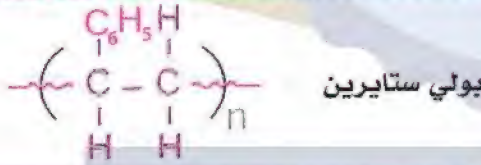
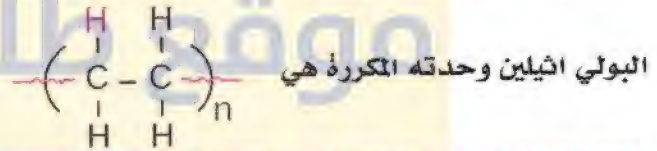
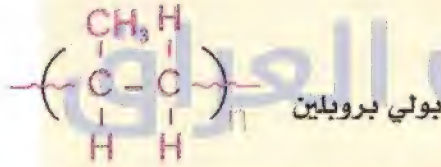
/ **اهم استخدامات التفلون** / يستعمل في (1) صناعة الادوات المعرضة للحرارة

(2) في طلاء اواني الطبخ لئلا تمنع التصاق الطعام عليها. (3) في صناعة الملابس المقاومة للحرارة.

التفلون / هو بولي رباعي فلورو اثيلين يحتوي اواصر (C-F) غير قابلة للتفاعل ومستقر عند درجة حرارة 325°C ويتصف بمعامل احتكاك منخفض جدا مما يؤدي الى انزلاق المواد عن سطحه بسهولة ، حيث يمكن استخدامه في تصنيع ادوات الطبخ (التيفال)

ملاحظة / من امثلة البوليمرات الخمسة المذكورة اعلاه نلاحظ ان بوليمرات الاضافة جميعها من الهيدروكربونات وانها تتشابه كثيرا من حيث الشكل والسلسلة وطريقة التكوين ، وتختلف من حيث المجموعات التي تتصل بذرة الكربون.

صيغ الوحدة المكررة في بوليمرات الاضافة الآتية



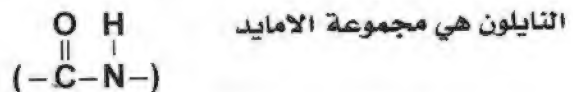
البلمرة بالتكاثف / هي ترابط المونرات معا لتكوين بوليمر مع نزع جزيئة بسيطة (ناتج عرضي) كالماء ، وقد يحتوي كل بوليمر على نوعين من جزيئات المونمر التي تحتوي على مجموعتين وظيفيتين مما يجعل كل مونمر يرتبط بالآخر مع لفظ جزيئة كناتج عرضي. مثل تكوين بوليمرات البولي امايد (النايلون) والبولي استر (التيارين).

(1) **البولي امايد (النايلون)** / هو اول بوليمر تكاثف اصطناعي شائع وقد اشتق اسمه من نيويورك ولندن

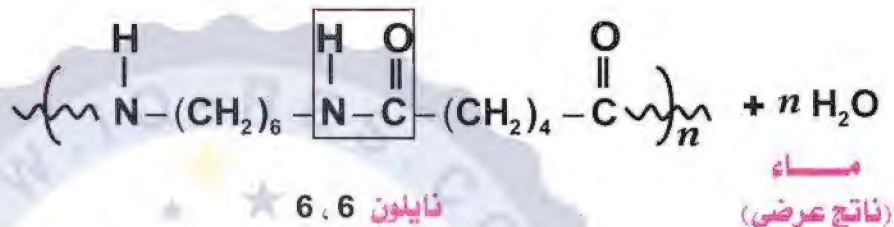
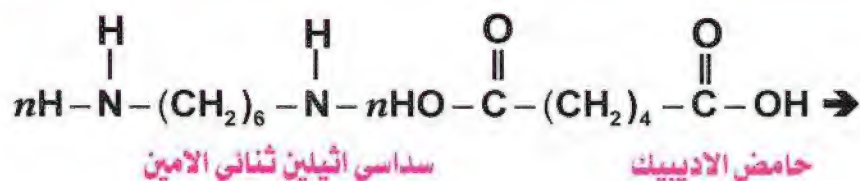
/ **تحضيره** / يصنع من مونمرين احدهما به مجموعة أمين ($-\text{NH}_2$) عند طرفيه والمونمر

الآخر له مجموعة الكربوكسيل ($-\text{COOH}$) عند طرفيه ، ويرتبط هذان المونمران معا

بسهولة مع نزع جزيئة ماء ويكونا بولي امايد والمجموعة الرابطة بين المونمرين في سلسلة



معادلة صناعة النايلون 6 ، 6



علل / يدعى البولييمر (بولي امايد) المحضر من المونمر حامض الاديبيك والمونمر سداسي الاثيلين ثنائي الامين باسم (النايلون 6 ، 6) ؟

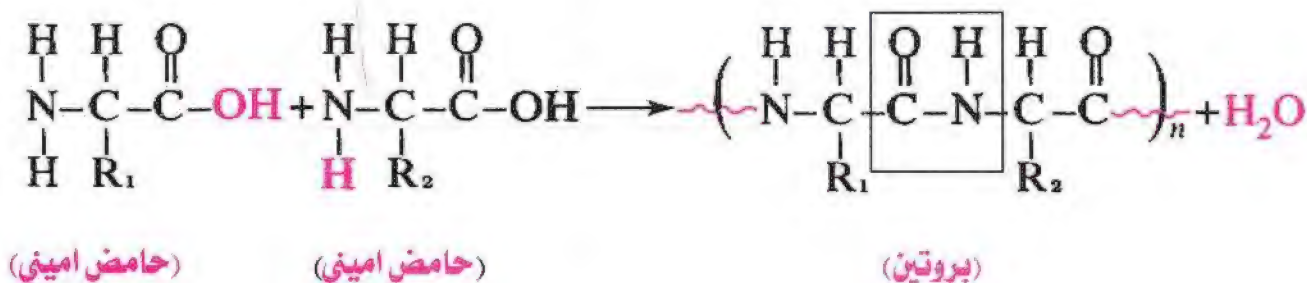
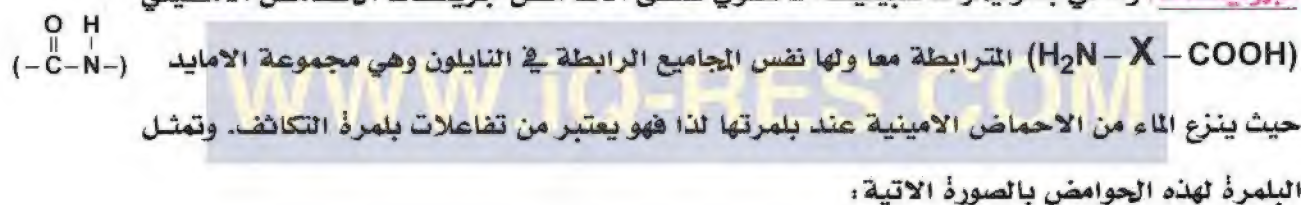
ج / لاحتواء كل مونمر محضر منه (اي سداسي الاثيلين ثنائي الامين $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ وحامض الاديبيك $(\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH})$ على 6 ذرات كاربون

● يتميز النايلون بقلّة قابليته لامتصاص الماء مما يجعل استخدامه في الاقمشة الملامسة للجسم محدوداً

استخدامات النايلون / يستخدم في (1) صناعة الاقمشة المقاومة لليلل مثل المعاطف والمظلات.

(2) صناعة الملاعق والسكاكين والعلب وغيرها.

(2) **البروتينات /** وهي بوليمرات طبيعية تحوي على الاف من جزيئات الحامض الاميني

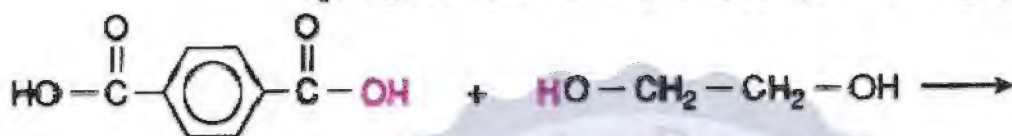


ملاحظة / تستخدم الياف الكليفز (احد انواع البولي امايد) في الدروع الواقية من الرصاص.

(3) البولي استرات / من امثلتها :

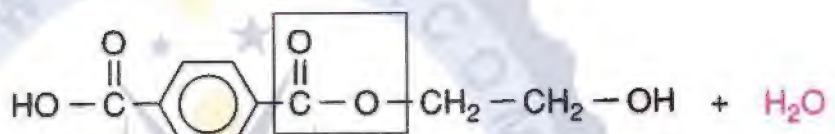
بولي اثيلين تيرفثالات (P.E.T) / وهو بولي استر من اشهر بوليمرات النكاثف

تحضيره / يحضر من تفاعل الاثيلين كلايكول (HOCH₂CH₂OH) مع حامض التيرفثاليك (COOH-C₆H₄-COOH) بوجود عامل مساعد حسب التفاعل الاتي:



(حامض التيرفثاليك)

(اثيلين كلايكول)



(بولي اثيلين تيرفثالات)

(ماء)

حيث ينزع جزيء ماء خلال عملية البلمرة والمجموعة الرابطة بين الوحدات المكررة في البولي استرات هي المجموعة الاسترية (-C(=O)-O-)

علل / يستخدم البولي اثيلين تيرفثالات في صنع معظم قناني المشروبات الغازية والمياه ؟**ج /** لانه بوليمر ثابت تركيباً ولا يلوث هذه المشروبات.

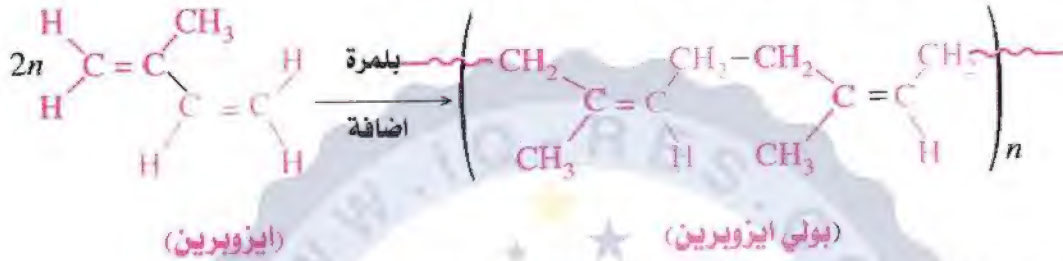
الاسم البوليمر	صيغة الوحدة المكررة في البوليمر	الاستخدامات
بولي يوريثان	$\left[\begin{array}{c} \text{C}-\text{NH}-\text{R}-\text{NH}-\text{C}-\text{O}-\text{R}'-\text{O} \\ \parallel \quad \quad \quad \parallel \\ \text{O} \quad \quad \quad \text{O} \end{array} \right]_n$ R, R' = -CH ₂ -CH ₂ - (كمثال)	رغوة حشو لفرش الاسرّة والمقاعد وتكون عوازل بالرش وقطع غيار للسيارات وصناعة الاحذية وتغليف المواد ضد الماء
بولي اثيلين تيرفثالات (بولي استر)	$\left[\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O}) \right]_n$	الاطارات واشربة التسجيل والملابس وقناني المشروبات الخفيفة
نايلون 6, 6 (بول امايد)	$\left[\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{C}(=\text{O})-(\text{CH}_2)_4-\text{C}(=\text{O}) \right]_n$	اثاث منزلي وملابس واليااف السجاد وشباك صيد الاسماك

مكتب الشمس

اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصراً

(4) المطاط الطبيعي والمطاط المصنع

- يستخرج المطاط الطبيعي من شجرة المطاط (أكثرها يتواجد في ماليزيا والبرازيل)
- يتكون المطاط الطبيعي من وحدة مكررة تدعى الايزوبرين بشكلها السس (Cis - isoprene) وهو 2- ميثيل - 3,1 - بيوتادين الذي يبلر على الصورة الآتية :



- يحضر المطاط المصنع من مونمرات أخرى إضافة الى الايزوبرين كالبيوتادين والستايرين

علل / يضاف الكبريت الى المطاط بعملية الفلكنة ؟

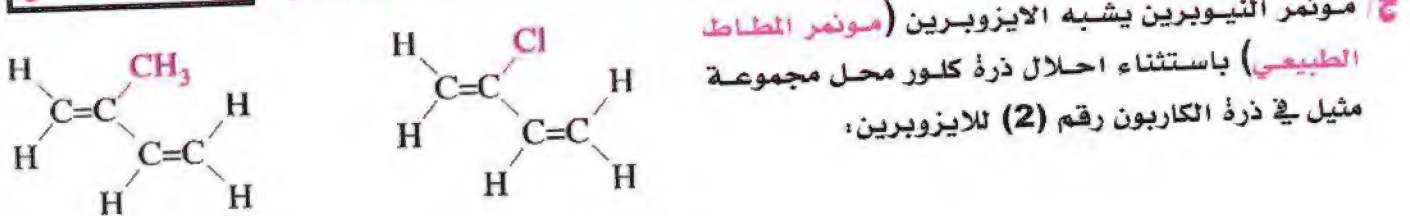
ج / لأنه عند تسخين المطاط النقي الطبيعي والمصنع تنزلق جزيئات منفردة منه بسهولة الى الامام والخلف وبعضها فوق بعض فيصبح المطاط ناعما ولزجا لا يمكن استخدامه لصنع الحاجات ، وعند إضافة الكبريت اليه في عمليات تصنيعه يتحول الى مادة صلبة وقوية .

الفلكنة / وهي عملية تداخل بين جزيئات البولي ايزوبرين المتجاورة التي تحدث لدى تسخين هذه الجزيئات مع ذرات الكبريت. وتعمل على جعل المطاط صلب وقوي قابل للاستخدام في مجال واسع كصناعة الانابيب المطاطية واطارات السيارات ... وغيرها.

المطاط المفلكن / وهو المطاط المضاف اليه ذرات الكبريت والتي تؤدي الى تشابك بين جزيئات المطاط المتجاورة . ويمتاز بالقوة والصلابة

بولي نيوبرين / وهو مطاط مصنع يحضر من بلمرة المونمر (النيوبرين وهو 2- كلوروبيوتادين) ذو التركيب الهيكلي المشابه للايزوبرين (مونمر المطاط الطبيعي)

س / لماذا يختلف التركيب الجزيئي للنيوبرين عن التركيب الجزيئي للمطاط الطبيعي ؟ / 12 اسئلة الفصل



2- كلوروبيوتادين (نيوبرين)
(2- ميثيل - 1 ، 3 - بيوتادين)

ج / مونمر النيوبرين يشبه الايزوبرين (مونمر المطاط الطبيعي) باستثناء ابدال ذرة كلور محل مجموعة ميثيل في ذرة الكربون رقم (2) للايزوبرين :

اللدائن (البلاستيك) / وهي جزيئات ضخمة غالبا بوليمرات لمركبات عضوية وتكون سهلة التشكيل لانخفاض درجة انصهارها نسبيا ولكنها تتفاوت في صفاتها كثيرا بحيث تستخدم في اغراض كثيرة في حياتنا مثل البوليمرات (PE و PVC ...) وتسمى احيانا مواد بلاستيكية .

صفات البلاستيكات / (1) نظيفة ورخيصة وشفافة . (2) يسهل تكوينها ولا تتاكل . (3) عازلة جيدة وخفيفة الوزن وسهلة التشكيل وتبقى طويلا . (4) يمكن ان تكون قوية للغاية . (5) لا تتحلل وتسبب مشكلة تلوث بيئية لانها يمكن ان تبقى في الارض الى ما لانهاية .

أنواع النفايات /

(أ) نفايات عضوية: ناتجة عن المنتجات الطبيعية من حولنا وهي قابلة للتحلل البيولوجي (تحلل طبيعي يحدث بوجود الشمس) مثل الورق والكرتون ، اي يمكن ان تحللها البكتريا الى مكوناتها الاساسية خلال ايام وشهور وسنين.

(ب) نفايات البلاستيك: نفايات لا تتحلل طبيعيا حتى في الظروف الطبيعية (الشمس ودرجة الحرارة) الا خلال عشرات السنين عكس النفايات العضوية مما تسبب مشكلة تلوث بيئية .

مثال / اكياس البلاستيك تؤثر على الاحياء البحرية والبرية لانها غير منقذ للهواء فتسبب في اختناق الاحياء عند دخولها في تلك الاكياس.

س / ما هي الامور الايجابية التي يجب اتباعها للحد من تلوث نفايات البلاستيك ؟

ج / (1) تقليل استخدام الاكياس البلاستيك للمشروبات اليومية . (2) اعادة استخدام الاكياس لاكثر من مرة بدلا من رميها مباشرة . (3) رمي الاكياس البلاستيكية في الاماكن المخصصة لها . (4) جمع المنتجات البلاستيكية التي تم الاستغناء عنها وتسليمها الى الشركات التي تعيد تدويرها فتنحول من نفايات الى مواد خام جديد .

● يمكن معرفة المنتجات التي اعيد تدويرها بوجود علامة اعادة التدوير عليها (Recycling)

علل / تشكل النفايات البلاستيكية مشكلة بيئية ؟

ج / لان المواد البلاستيكية (اللدائن) لا تتحلل طبيعيا (غير قابلة للتحلل العضوي) وحتى اذا تم التخلص منها بالحرق فانها تنتج ادخنة سامة مثل كلوريد الهيدروجين الناتج من حرق بولي كلوريد الفينيل ، وغاز السيانوجين السام الناتج من حرق البولي يوريثان

مفاهيم عامة /

التلوث / هو الحاق الضرر بالبيئة نتيجة استخدام المواد الكيميائية الخطرة والتي تسمى ملوثات

عامل مساعد / مادة تسرع من معدل التفاعل الكيميائي ولا يتغير تركيبها عند نهاية التفاعل

نزع الماء / انتزاع الماء (H_2O) من المادة .

● يستخدم بوليمر الباكلايت في صنع الادوات الصلبة مثل اجهزة المذياع والتلفاز والهاتف

● البوليمر البيولوجي المتحطم / وهو بلاستيك قابل للتحلل يصنع من تخمر السكر بفضل البكتريا وهو بلاستيك

نموذجي ويمكن تشكيله في قوالب او شرائح ويمكن نسجه وهو يشبه بلاستيك البولي بروبيلين ولكنه يكله 15

ضعف تكلفه تصنيفه واسمه الكيميائي بولي هيدروكسي بيوتيرات (PHB)

اسئلة الفصل السابع

7-1/ ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة في كل مما ياتي:

1- اي من المواد التالية يستخدم للسطوح غير اللاصقة

- (أ) ثنائي كلوروثنائي فلوروميثان (ب) بولي رباعي فلورواثيلين (التفلون)
(ج) رباعي كلوروميثان (د) بولي كلوريد الفاينيل

2- خلال تفاعل بلمرة التكاثف:

- (أ) يصبح الناتج مشبعاً (ب) يتكون في القالب ماء (ج) لا يتكون ناتج عرضي

3- أي الجزيئات التالية يسخن مع ذرات الكبريت خلال عملية الفلكنة

- (أ) ايزوبرين (ب) البولي ايزوبرين (ج) 2-مethyl-3 بيوتادين (د) بيوتادين

4- في عملية الفلكنة ماذا يحدث للجزيئات المتجاورة عندما تسخن مع ذرات الكبريت

- (أ) تتفرع (ب) تترابط بشكل متداخل (ج) تنزلق فوق بعضها (د) تتصادم

5- أي البوليمرات التالية بوليمر اضافة

- (أ) نايلون (ب) بولي ستايرين (ج) بروتين (د) تيرين

6- أي جزيئات الهيدروكربونات التالية يمكن بلمرته

- (أ) CH_4 (ب) C_2H_6 (ج) C_3H_6 (د) C_4H_{10}

7- البلاستيك الذي يتحلل حيويًا:

- (أ) يحترق بسهولة وينتج دخنة سامة (ب) يمكن ان يمتص خلال جذور النباتات (ج) يتكسر بفعل التحلل البكتيري

8- للبلاستيك مشكلة تلوث لأن العديد من لدائن البلاستيك

- (أ) قابل جدا للاشتعال (ب) يحترق مكونا دخنة سامة (ج) يتحلل مكونا نواتج سامة

9- البوليمر الذي لا ينصهر لدى تسخينه بل يحتفظ بشكله الاصلي هو:

- (أ) غير ثابت حرارياً (ب) الثابت حرارياً (ج) الخطي (د) المتفرع

10- جزيئات كبيرة تتألف من عدد من الوحدات الصغيرة ترتبط بعضها ببعض في التفاعلات العضوية

- (أ) مونمرات (ب) بوليمرات (ج) مجموعات وظيفية (د) الاحماض الكربوكسيلية

11- اي من التالي وحدات صغيرة ترتبط ببعضها البعض في بوليمر خلال تفاعلات عضوية

- (أ) مونمرات (ب) ميكروبوليمرات (ج) بوليمرات متفرعة (د) بوليمرات خطية

12- الوحدات الصغيرة التي ترتبط بعضها ببعض خلال تفاعلات عضوية لتكون جزيئات كبيرة

- (أ) يجب ان تكون متشابهة (ب) يجب ان تكون مختلفة (ج) يمكن ان تكون متشابهة او مختلفة

13- البوليمرات الخطية

- (أ) لها جزيئات تتحرك بحرية (ب) لها جزيئات تنزلق بسهولة عند تسخينها (ج) (أ) و (ب) معا

14- البوليمرات المرتبطة بشكل تشابكي

- (أ) غير ثابتة حراريا (ب) تحتفظ بشكلها عند تسخينها (ج) لها سلاسل جانبية

15- في بوليمر مترابط بشكل تشابكي . الجزيئات المتجاورة

- (أ) ترتبط ببعضها بسلاسل (ب) تنزلق الى الامام والخلف فوق بعضها عند تسخينها

- (ج) منتظمة في طبقات يمكنها ان تنزلق عن بعضها جانبا عند تسخينها

16- اي مما يلي يشكل النوعين الرئيسيين للبوليمرات ؟

- (أ) البلاستيكية غير الثابتة حراريا والثابتة حراريا (ب) البوليمرات الخطية والبوليمرات المتفرعة

- (ج) بوليمرات الاضافة وبوليمرات التكاثف

17- اي بوليمر يتكون خلال تفاعل اضافة تسلسلي بين المونمرات التي لها رابطة ثنائية

- (أ) بوليمر اضافة (ب) بوليمر تكاثف (ج) بوليمر متفرع (د) بوليمر مترابط بشكل تشابكي

18- في تفاعل اضافة . ترابط المونمرات خلال تفاعلات تشترك فيها:

- (أ) مجموعة وظيفية متماثلة (ب) مجموعات وظيفية مختلفة (ج) روابط ثنائية

19- اي بوليمرات تتألف من مونمرين متناوبين

- (أ) بوليمرات الاضافة (ب) بوليمرات التكاثف (ج) البوليمرات المتفرعة

20- تكون الجزيئات الخطية المترابطة بعضها الى بعض

- (أ) بولي اثيلين مترابط بشكل متشابك (ج) بولي اثيلين منخفض الكثافة

- (ب) بولي اثيلين عالي الكثافة (د) نيوبيرين

2- 7/ علل ما يأتي:

1- المطاط الطبيعي بوليمر غير ثابت حرارياً ؟

ج/ لأنه عند تسخينه تنزلق جزيئات منفردة منه بسهولة الى الامام والخلف وبعضها فوق بعض فيصبح المطاط ناعماً ولزجاً اي يتغير شكله (ينصهر)

2- لا يصلح الالكان كمونمر لبوليمر الاضافة ؟

ج/ يجب ان يكون هناك آصرء غير مشبعة لكي تضاف اليها مجموعة CH_2 والالكان هيدروكربون مشبع $(CH_3 - CH_3)$ ليس فيه الا اواصر احادية لذا لا يحدث له تفاعل اضافة.

3- تصنع مقابض ادوات الطهو من بوليمر ثابت حرارياً ؟

ج/ حتى تكون مقاومة للحرارة الشديدة (التي قد تلين بل تنصهر البوليمر غير الثابت حرارياً) المتكونة اثناء الطهو ولا تنصهر وبالتالي تحافظ على شكلها وتكون امنة عند استعمالها

4- لا يخضع جزيء ذو مجموعة وظيفية واحدة لتفاعل تكاثف لتكوين بوليمر ؟

ج/ لأنه عندما يدخل جزيء يحتوي على مجموعة وظيفية واحد في الخطوة الاولى لتفاعل التكاثف ، لن تبقى مجموعات وظيفية في الناتج للاستمرار في التفاعل .

5- يحتاج البوليمر المتفرع كي ينصهر الى كمية من الحرارة اكبر من الكمية التي يحتاج اليها البوليمر الخطي ؟

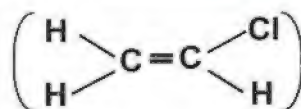
ج/ تنزلق البوليمرات الخطية الى الامام والى الخلف فوق بعضها بشكل أسهل عندما تسخن البوليمرات المتفرعة بينما البوليمر المتفرع يحتوي جزيئاته على سلاسل جانبية تمنع الجزيئات من الانزلاق بعضها فوق بعض بسهولة مما تحتاج الى حرارة اكبر من حرارة الخطي لكي ينصهر .

6- تحمل المطاط المفلن درجات حرارة اعلى من المطاط الصناعي ؟

ج/ لان المطاط المفلن يحتوي على ذرات كبريت متداخلة بين جزيئات البولي ايزوبرين مما يجعله بوليمر متشابك غير مطاوع للحرارة وهذا يزيد قدرته على تحمل درجات أعلى من الحرارة .

3- 7/ صنف البوليمرات التالية الى بوليمرات طبيعية او صناعية :

ج/ بوليمرات طبيعية : 1- السليلوز 3- بروتينات
بوليمرات صناعية : 2- نايلون 5- بولي بروبيلين 4- بولي ايزوبرين



4- 7/ ارسم التركيب البنائي لكلوريد الفاينيل ؟

ج/ $(CH_2 = CH - Cl)$ أو

7-5/ اكتب تفاعل البلمرة لكلوريد الفايثيل لتكوين البولي كلوريد الفايثيل ؟ ج/ راجع الملزمة

7-6/ التفلون اثبت من اي مادة بلمرة اخرى سواء اكانت صناعية أو طبيعية ؟ ج/ راجع الملزمة

7-7/ عرف ما يلي: الفلكنة ، اللدائن ، البوليمرات ، المونمر ، البلمرة بالاضافة ؟ ج/ راجع الملزمة

7-8/ في تفاعل كيميائي ارتبط جزيئان صغيران ونشج جزيء ماء ما نوع التفاعل الذي حدث ؟

ج/ تفاعل بلمرة بالتكاثف

7-9/ هل يزيد تفاعل الاضافة من تشبع جزيء او يقل منه ؟

ج/ يزيد من تشبع جزيء حيث يتم فيه كسر الاصرة المزدوجة (π)

7-10/ ما التفاعلات اللذان يمكن ان ينتجا بوليمرات ؟

ج/ تفاعل اضافة وتفاعل تكاثف

7-11/ بين الفروق في التركيبات البنائية بين الأنواع الثلاثة للبولي ايلين (HDPE , LDPE , CPE)

CPE

LDPE

HDPE

يحتوي على جزيئات تحتوي على جزيئات متفرعة تحتوي على جزيئات متشابكة

واقل تراصا

خطية متراسة

7-12/ لماذا يختلف التركيب الجزيئي للبوليمرين من التركيب الجزيئي للمطاط الطبيعي ؟

ج/ راجع الملزمة ص ١٩٧

7-13/ هل يمكن ان يستخدم حامض الايثانويك كمونر في بوليمر تكاثف برر اجابتك ؟

ج/ لا يمكن ذلك لان صيغته ($\text{CH}_3 - \text{C}(\text{OH}) = \text{O}$) تحتوي على مجموعة وظيفية واحد (فعالة) ($\text{C}(\text{OH}) = \text{O}$)

ومجموعة CH_3 مجموعة غير فعالة وبوليمرات التكاثف تحتاج الى مجموعتين وظيفيتين في المونمر الواحد .

مكتب الشمس

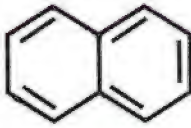
اطلب النسخة الاصلية من مكتب الشمس حصرا

الفصل الثامن

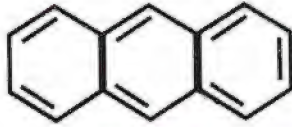
الهيدروكربونات الأروماتية



(البنزين)



(النفتالين)



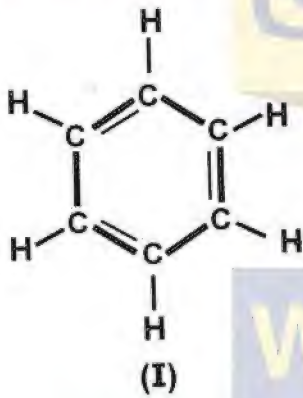
(الانثراسين)

المركبات الأروماتية (العطرية): وهي مجموعة من المركبات العضوية على قدر كبير من عدم التشبع الا انها فريدة في ثباتها لذلك تميل هذه المركبات الى الدخول في تفاعلات استبدال (تعويض) الكتروفيلي حيث تبقى الحلقة الأروماتية محافظة على شكلها ، وليس تفاعلات اضافة كما في معظم المركبات غير المشبعة ، وتمتاز مشتقاتها بان لها روائح عطرية. وتشمل المركبات الأروماتية البنزين ومشتقاته والمركبات الشبيه به من ناحية التركيب والتفاعلية الكيميائية مثل النفتالين والانثراسين.

- اول مركب في مجموعة المركبات الأروماتية هو البنزين حصل عليه لأول مرة (1825 م) من غاز الاضاءة ويعتبر الفحم مصدرا هاما للبنزين، كما ان كميات كبيرة يتم انتاجها من الهيدروكربونات البترولية.
- المركبات الأروماتية لها روائح مميزة ولكن الكثير منها سامة ومنها مواد مسببة للسرطان ولبعضها اهمية في صناعة الادوية مثل عقار الاسبرين وعقار النتراسايكلين.

تركيب البنزين C_6H_6 : تتكون جزيئته من ست ذرات كاربون مرتبطة مع بعضها على شكل حلقة سداسية منتظمة وتتصل كل ذرة كاربون فيها بذرة هيدروجين وفيها تتناوب الاواصر المزدوجة والمنفردة بين ذرات الكاربون.

- يمكن كتابة جزيئة البنزين بالاشكال الاتية،



(I)

أو



(II)

أو



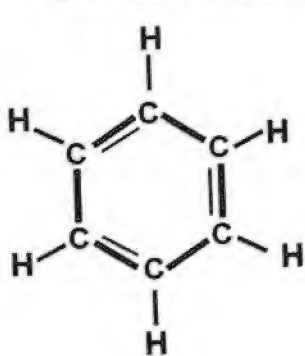
(III)

كل زاوية في الشكل السداسي
يرمز الى ذرة كاربون مع اصرة
واحدة من الهيدروجين

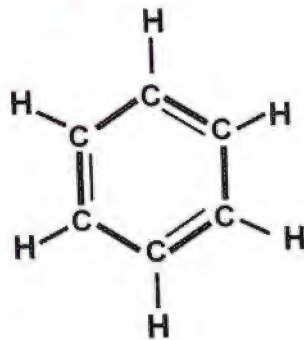
الرنين (الرزونانس): هو ظاهرة عدم تمركز الالكترونات حول نوى ذرات محددة في الجزيء أو الايون.

(أو ظاهرة تبادل الاواصر المزدوجة أو المفردة واقعها باستمرار في جزيئة غير مشبعة)

الرزونانس في البنزين: اقترح العالم كيكولي الصيغتين الاتيتين (الحالات الرنينية) للبنزين بالصورة الاتية:

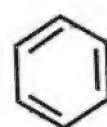


(V)

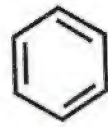


(IV)

أو نكتب



(V)



(IV)

(الصيغة الكيكولية)

وعند اخذ المعدل للشكلين (الصيغتين) تحصل على شكل رزونانسي مهجن (يدعى الهجين الرزونانسي وهو الشكل الحقيقي للبنزين) يحتوي على ست اواصر كاربون - كاربون متماثلة ومتساوية في الطول كحالة وسط بين طول الاصره المنفردة وطول الاصره المزدوجة. وتوصف الصيغة التركيبية لجزء البنزين بدقة حقيقية بحيث تظهر فيه



(VI) الصيغة العامة (VII)

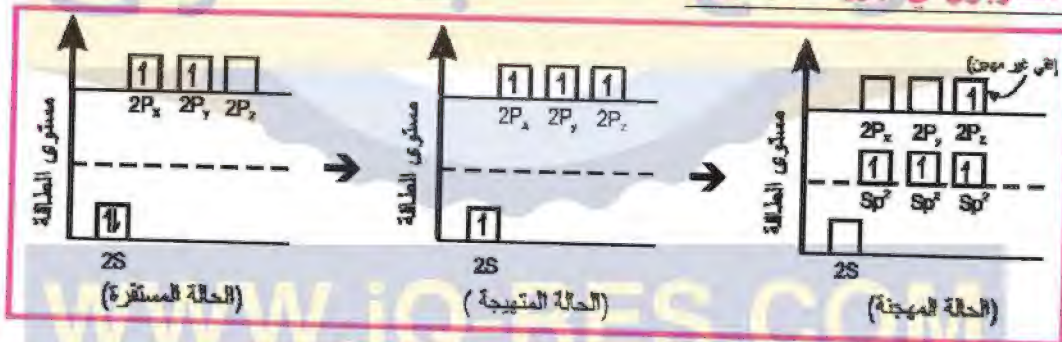
الكترونات اواصر باي (π) في الاصره المزدوجة بين ذرات الكاربون ($C \equiv C$) وكانها في حركة مستمرة ترسم شكل البنزين وبداخله الالكترونات المتحركة على شكل نقاط متتابة او حلقة مغلقة عوضا عن الاواصر المزدوجة ، اي تجعل الكترونات هذه الاواصر ملكا لجميع ذرات الكاربون الستة.

البنزين / هو مركب عضوي اروماتي ذو صيغة جزيئية C_6H_6 يحتوي على ست ذرات كاربون متماثلة وست ذرات هيدروجين متماثلة ايضا. وان اطوال اواصر $C-C$ فيه متساوية وهي حالة وسط بين طول الاصره المنفردة وطول الاصره المزدوجة.

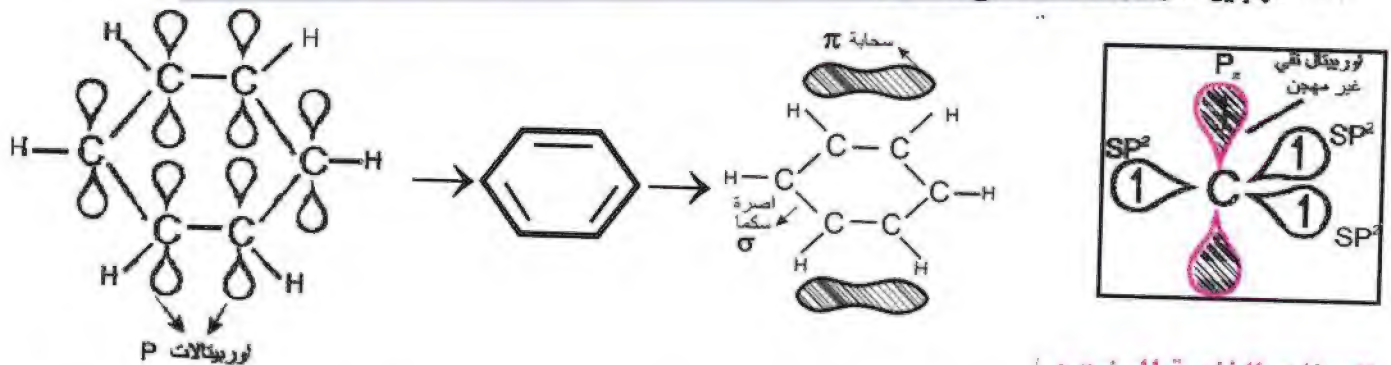
ملاحظة / ان البنزين C_6H_6 يختلف كليا عن البانزين (الكازولين) المستخدم في مكائن الاحتراق الداخلي (محرك السيارات) فهو عبارة عن مزيج من هيدروكربون ذات 5 ذرات الى 10 ذرات كاربون



تهجين ذرات الكاربون في جزيئة البنزين



∴ التهجين لكل ذرة C من نوع (sp^2)



الصفات الخاصة للبنزين

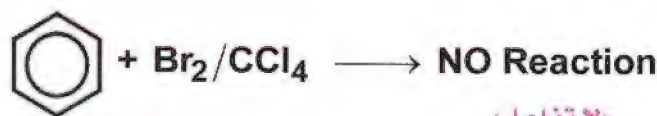
(1) **الاستقرارية** / ان معظم المركبات غير المشبعة تميل للدخول في تفاعلات اضافة وفيها تتشبع الاواصر الثنائية او الثلاثية مكونة اواصر منفردة. بينما لا يتفاعل البنزين كليا تحت نفس الظروف.



(هكسين حلقي)

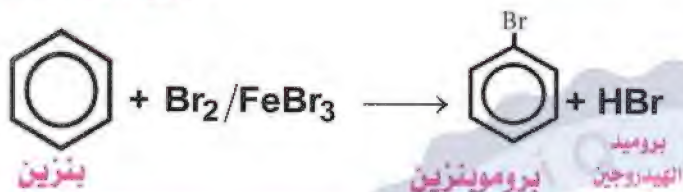
(1 ، 2- ثنائي بروموهكسان الحلقي)

امثلة / 1- يتفاعل الهكسين الحلقي تفاعل اضافة بسهولة مع البروم المذاب في رباعي كلوريد الكاربون.



البنزين (مركب مستقر)

(لا تفاعل)



بنزين

بروموبنزين

بروميد الهيدروجين

2- لا يتفاعل البنزين تفاعل اضافة تحت نفس

الظروف ولكي يتفاعل البنزين مع البروم يستخدم

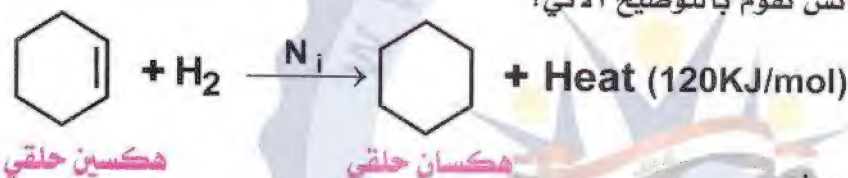
عامل مساعد بروميد الحديدك (FeBr_3) للدخول

في تفاعل تعويض (استبدال) وليس تفاعل اضافة

حيث تبقى الحلقة محافظة على شكلها (وهذا دليل

على استقرار البنزين)

(2) طاقة الرزونانس / لفهم طاقة الرزونانس نقوم بالتوضيح الاتي:

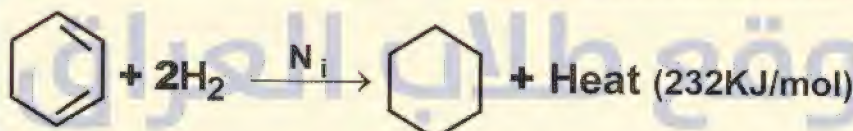


هكسين حلقي

هكسان حلقي

مثال

تفاعل هدرجة الهكسين الحلقي (باعث للحرارة)

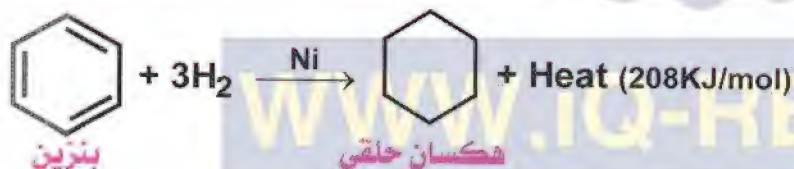


1، 3- هكساداين الحلقي

هكسان حلقي

مثال

تفاعل هدرجة 1، 3- هكساداين الحلقي

(يحتوي اصرتين باي 2π) (باعث للحرارة) والطاقة المتوقعة المتحررة هي 240KJ لكل مول

بنزين

هكسان حلقي

مثال / تفاعل هدرجة البنزين (يحتوي 3π)والطاقة المتحررة المتوقعة 360KJ لكل مول.

اي ثلاثة اضعاف هدرجة الهكسين الحلقي

- ان الفرق بين قيمة الطاقة المتوقعة وقيمة الطاقة الحقيقية هي (152KJ لكل مول) وتدعى بطاقةالرزونانس . وهذا يعني ان البنزين يحتوي على 152KJ لكل مول من الطاقة اقل من المتوقع أي ان البنزين اكثراستقرارا من المتوقع بمقدار (152KJ لكل مول)

C - C	C = C	C - C
المنفردة	المزدوجة	في البنزين
1.54\AA	1.34\AA	1.40\AA

(3) اطوال اواصر كاربون - كاربون / ان اطوال اواصر

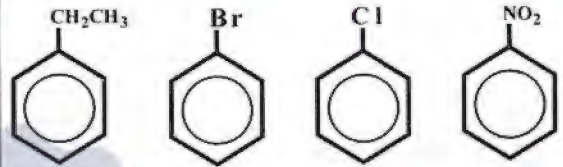
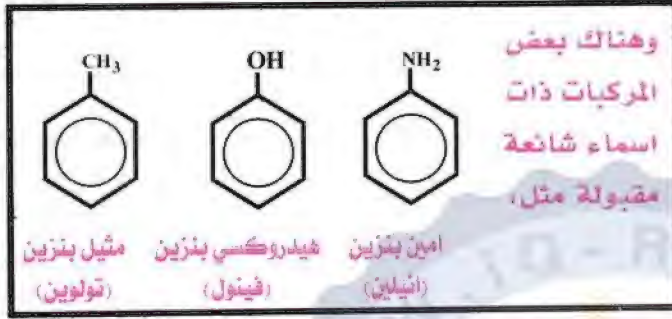
كاربون - كاربون في البنزين متساوية (1.40\AA) وهي

ذات طول متوسط بين طول اصره C - C المنفردة واصره

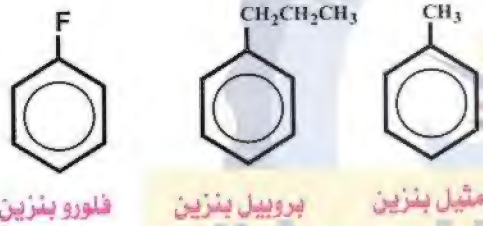
C = C المزدوجة

تسمية مشتقات البنزين

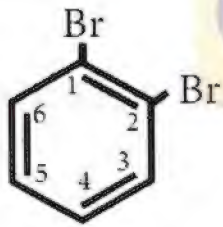
(1) المركبات احادية التعويض / تسمى على انها مشتقات للبنزين مثل



تمرين (1-8)



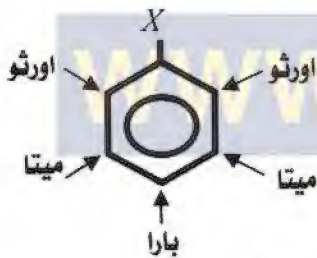
س / اسم المركبات التالية باعتبارها مشتقات للبنزين ج



(2) المركبات ثنائية التعويض
● عند وجود مجموعتين على حلقة البنزين يجب تحديد موقعهما على حلقة البنزين، حيث يتم ترقيم ذرات الكربون لحلقة البنزين وتأخذ المجموعتين اصغر الارقام.

مثل: 1، 2- ثنائي بروموبنزين هو،

ملاحظة / بين الارقام توضع الفوارز (،) وبين الرقم والاسم يوضع خط (-)



● وقد تستعمل المصطلحات (أورثو) (Ortho) للدلالة على موقع

2، و (ميثا) (meta) للدلالة على الموقع 3 و (بارا) (para)

للدلالة على الموقع 4 بالنسبة للمعوض الرئيسي (X)

● اذا كانت المجموعتان مختلفتين فانها تذكر في التسمية

حسب الحروف الهجائية الواحد بعد الاخرى وتتبع بكلمة بنزين

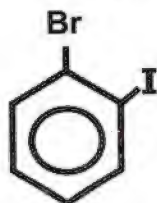
مع ذكر موقعها في بداية الاسم او/ يسمى المركب على انه مشتق للبنزين احادي التعويض

في التسمية الثانية اعتبرنا ان جزيئة كلوروبنزين هي البنزين احادي التعويض بالكور، اما في التسمية الثالثة فقد اعتبرنا ان البنزين احادي التعويض بمجموعة نايترو هو الاساس في التسمية

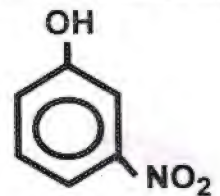
1، 4- كلوروناييتروبنزين
باراناييتروكلوروبنزين
بارا كلوروناييتروبنزين



1، 2- برومويودوبنزين
اورثويودوبروموبنزين
اورثوبرومويودوبنزين

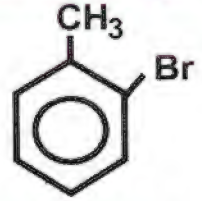


1، 3- نايترو هيدروكسي بنزين
ميثا نايترو فينول
ميثا هيدروكسي نايتروبنزين

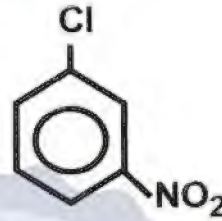


تمرين (2-8)

س/ اسم المركبات التالية



1، 2 - برومومثيل بنزين
اورثوبرومتولوين
اورثومثيل برومو بنزين



1، 3 - كلورونايترو بنزين
ميثانايتروكلوروبنزين
ميثاكلورونايتروبنزين



1، 4 - ثنائي برومو بنزين



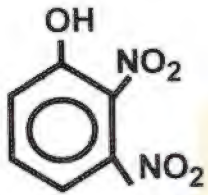
1، 4 - ثنائي مثيل بنزين
بارا مثيل تولوين

(3) المركبات متعددة التعويض (وجود أكثر من مجموعتين على حلقة البنزين):

يجب ترقيم مواقع هذه المجموع حيث تكون تسمية اورثو وبارا وميتا غير مقبولة

تسمى المجموع مع ارقامها كمشتق للبنزين او كمشتق لاحد الاسماء الشائعة ان وجدت .

مثل: (2، 4 - ثنائي نايتروفينول)



اذا كانت المجموع المرتبطة كبيره فيسمى المركب بالتسمية العامة للهيدروكربونات:

التسمية: تاخذ اطول سلسلة هيدروكربونية كقاعدة للاسم ويسمى البنزين كمجموعة

معوضة ويسمى فنيل. واذا كان البنزين معوض باحد المجموع فيسمى اريل.

تحضير البنزين

تخضيره مختبريا / يحضر البنزين مختبريا من خلال تسخين بنزوات الصوديوم مع هيدروكسيد الصوديوم NaOH

في جهاز تقطير زجاجي حيث يتم الحصول

على البنزين من المتقطر

عند درجة حرارة 80°C

معادلة التفاعل:



س/ كيف يحضر البنزين صناعيا ؟ / 18 - استلة الفصل

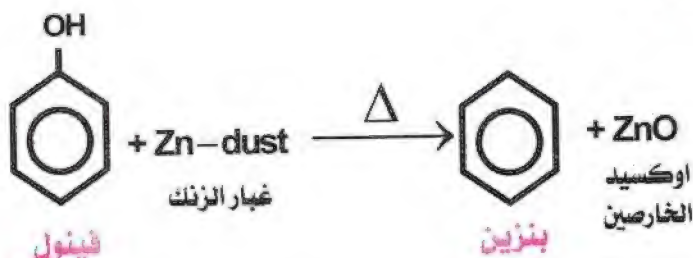
ج/ يحضر البنزين صناعيا بطرق متعددة أهمها:

(1) من الفينول / ويتم من خلال تسخين الفينول

مع غبار الزنك (Zn-dust) في جهاز تقطير ومن ثم

الحصول على البنزين من المتقطر بدرجة 80°C

معادلة التفاعل:



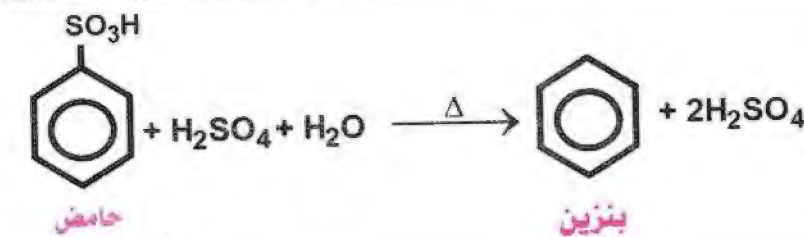
(2) من حامض البنزين سلفونيك / يتم بتسخين

حامض البنزين سلفونيك مع حامض

الهيدروكلوريك او حامض الكبريتيك

المخففين حتى درجة الغليان تحت ضغط عالي.

معادلة التحضير:



حامض
البنزين سلفونيك

الخواص الفيزيائية للبنزين

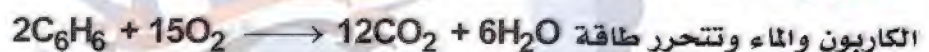
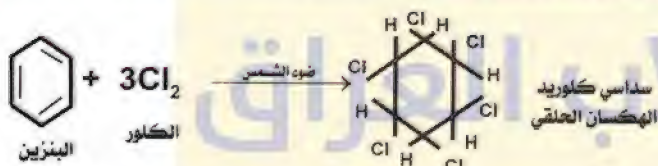
- (1) سائل عديم اللون ، سريع الاشتعال ، وله رائحة عطرية مميزة وهو سام
- (2) درجة غليانه 80°C ودرجة انجماده 5°C
- (3) كثافته اقل من كثافة الماء ولا يمتزج معه
- (4) مذيب جيد للمواد العضوية غير القطبية كالشحوم والزيوت والراتنجات وغيرها.

الخواص الكيميائية للبنزين (تفاعلات البنزين)

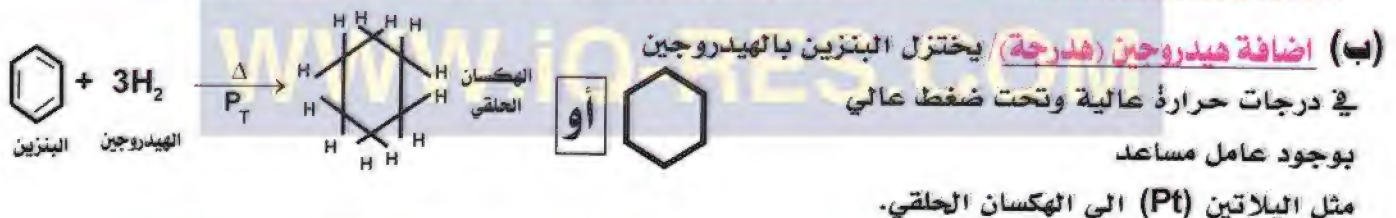
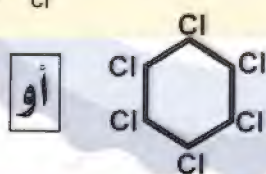
البنزين مركب كيميائي مستقر نسبيا بالمقارنة مع المركبات غير المشبعة لوجود ظاهرة الرنين فهو لا يتاثر بالقواعد المركزة او حامض الهيدروكلوريك المركز ولا بالعوامل المؤكسدة القوية مثل برمنغنات البوتاسيوم.

اهم تفاعلات البنزين (1) الاحتراق (2) الاضافة (3) الاستبدال

(1) الاحتراق / يحترق بلهب ساطع وداخن بسبب النسبة العالية للكربون فيه 92.3% ويعطي ثنائي اوكسيد

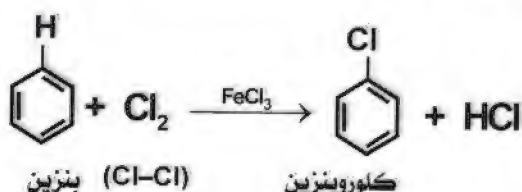
(2) تفاعلات الاضافة

الى البنزين بوجود الضوء فيحصل تفاعل مصحوب

(3) تفاعلات الاستبدال (التعويض) / تستبدل احدى ذرات الهيدروجين بذرة او مجموعة مختلفة مثل (مجموعة

الكيل R او مجموعة نايتر NO₂ او مجموعة سلفونيك SO₃H او هاليد X او مجموعة استيل -C(=O)-CH₃)

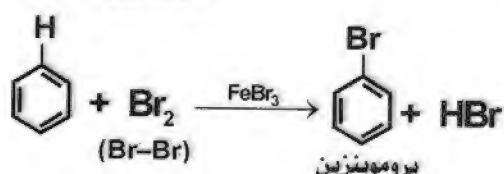
بوجود عامل مناسب يساعد على التفاعل ، كما يأتي:

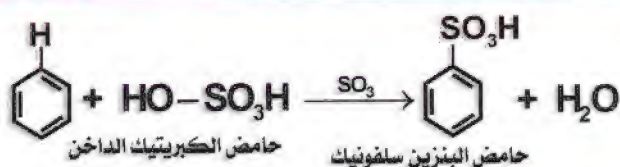


بذرة هالوجين (مثل الكلور Cl₂ او البروم Br₂)

بوجود عامل مناسب مثل كلوريد الحديد FeCl₃

او بروميد الحديد FeBr₃



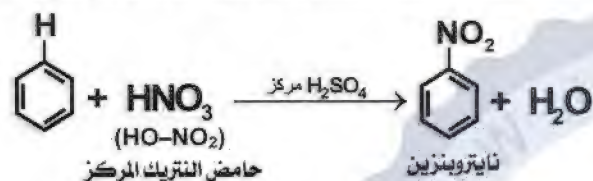


(ب) السلفنة / وهي عملية استبدال احدى ذرات

الهيدروجين بمجموعة السلفونيك SO_3H

مثال / يتفاعل البنزين مع حامض الكبريتيك المركز

الداخن في درجة حرارة الغرفة فيتكون حامض البنزين سلفونيك

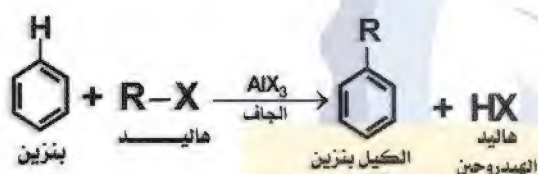


(ج) النيترة / وهي عملية استبدال احدى ذرات الهيدروجين

بمجموعة النايترو NO_2 حيث يتفاعل البنزين مع

خليط حامض النتريك والكبريتيك المركزين في درجة

حرارة 45°C فيتكون النايتروبيزين.



(د) تفاعلات فريدل-كرافت

(1) الكلية فريدل - كرافت / هي عملية استبدال احدى ذرات

الهيدروجين بمجموعة الكيل (R) بوجود عامل مساعد مناسب

مثال عام /

(AlX_3 الجاف).

مثال / اكتب الكلية فريدل - كرافت للبنزين باستخدام كلوريد

المثيل (CH_3Cl) بوجود كلوريد الالنيوم الجاف كعامل

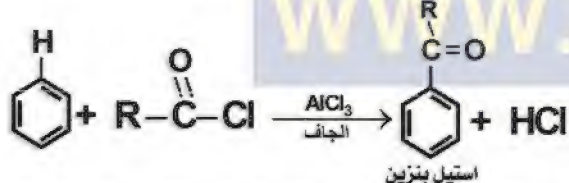
مساعد وسمي المركب الناتج. الحل / يتفاعل البنزين مع

CH_3Cl بوجود AlCl_3 الجاف حسب التفاعل الاتي:



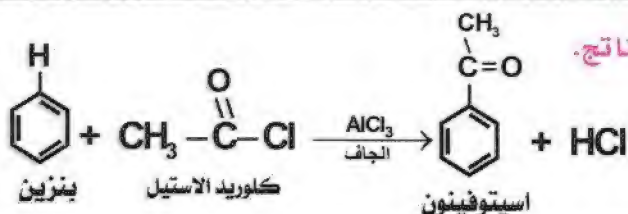
(2) استلة فريدل - كرافت / هي عملية استبدال احدى ذرات الهيدروجين بمجموعة استيل ($\text{R}-\text{C}(=\text{O})-$)

مثال عام /



تفاعل البنزين مع كلوريد الاستيل ($\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{Cl}$)

بوجود كلوريد الالنيوم الجاف كعامل مساعد يكون استيل بنزين.



مثال / اكتب استلة فريدل - كرافت للبنزين وسمي المركب الناتج.

الحل / يتفاعل البنزين مع كلوريد الاستيل ($\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{Cl}$)

بوجود AlCl_3 الجاف حسب التفاعل الاتي:

الكاشف الباحث عن الالكترونات (حامض لويس) / هو الكاشف الذي يحتاج الى استيعاب زوج من الالكترونات مثل

H^+ و CH_3^+ و FeCl_3 و AlCl_3 و BF_3

الكاشف الباحث عن النواة (قاعدة لويس) / هو الكاشف الذي يحتوي الالكترونات فيستطيع منح زوج من الالكترونات

والمشاركة فيهما مثل OH^- و $-\text{C}\equiv\text{C}-$ و $-\text{C}=\text{C}-$

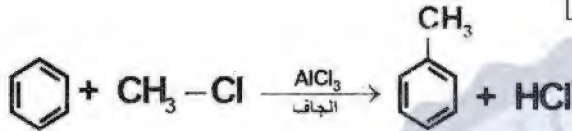
الكاشف الالكتروني في تفاعلات البنزين (E^+) / هو الكاشف الذي يحتاج الى الالكترونات ويمكن ان يكون بشكل

شحنة موجبة قابلة لتكوين اوصر تساهمية مع ذرات الكربون مثل X^+ و NO_2^+ و R^+ و RC^+O

الكاشف الباحث عن النواة (الكاشف النيوكلو فيلي) في تفاعلات البنزين (Nu) هو الكاشف الغني بالالكترونات والتي تستطيع منحها للكواشف الالكتروفيلية وتمثل الاصره المزدوجة والتي تعتبر مصدرا لالكترونات في تفاعلات البنزين.

ميكانيكية تفاعلات الاستبدال الالكتروفيلية (البنزين)

مثال



تدعى تفاعلات الاستبدال التي يعانها البنزين بتفاعلات الاستبدال - الالكتروفيلية حيث تتم بوجود كواشف باحثة عن الالكترونات.

س / اكتب تفاعل الاستبدال الالكتروفيلي العام ، وما هي الخطوات الثلاثة (الميكانيكية) الخاصة به ؛ / 17- اسئلة الفصل

ج / التفاعل العام :

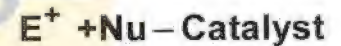


ويتضمن ثلاث خطوات (ميكانيكية التفاعل) وهي :

(أ) الخطوة الاولى / يقوم العامل المساعد (Catalyst)

بتحويل المادة المتفاعلة الى

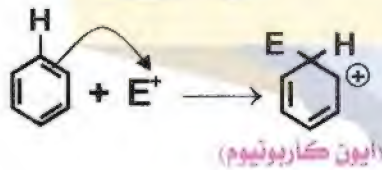
كاشف باحث عن الالكترونات (E^+)



(ب) الخطوة الثانية / تهاجم احدى الاواصر

المزدوجة من حلقة البنزين الكاشف الباحث عن

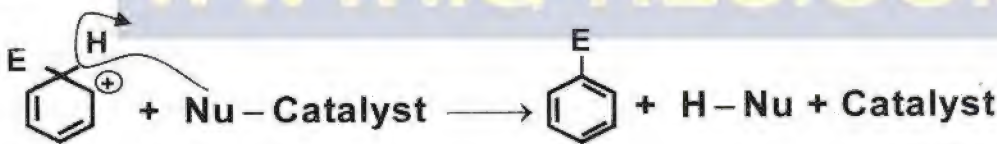
الالكترونات مكونا ايون الكربونيوم الموجب



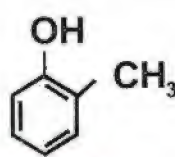
(ايون كربونيوم)

(ج) الخطوة الثالثة / يتم سحب بروتون (ذرة هيدروجين موجبة H^+) بواسطة $\text{Nu}-\text{catalyst}$ الناتج من

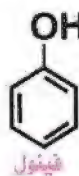
الخطوة الاولى مكونا الناتج الاخر $\text{H}-\text{Nu}$ بينما تعود حلقة البنزين الى حالة الاروماتية.



1 ، 4 - ثنائي هيدروكسيد بنزين



اورثو ميثيل فينول



فينول

الفينولات / هي مركبات عضوية اروماتية مشتقة

من البنزين والتي تتكون من ارتباط مجموعة الهيدروكسيل (OH) بحلقة البنزين مباشرة مثل :

تطبيقات الفينول (استخدامات الفينول)

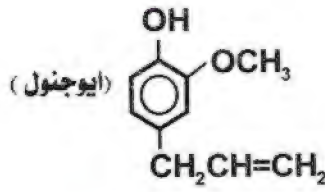
(1) لها صفات دوائية واسعة مثل مقدرتها للعمل كمضاد للعضن ومطهر للجراثيم ومخدر او مسكن موضعي حيث

تستخدم في منتجات (سبري) ومراهم المطهرات والصوابين وفي مواد الاسعافات الاولى ومحاليل الفرغرة.

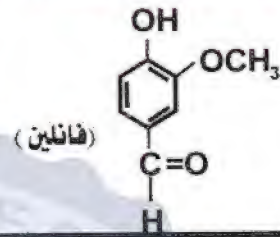
(2) تستعمل كمواد مضادة للاكسدة فهي تاف الى معظم الاطعمة ومواد التجميل

(3) تستخدم في المحلول المظهر في التصوير الفوتوغرافي من نوع اسود وابيض بسبب سهولة اكسدة الفينولات.

● توجد بعض الفينولات في المصادر الطبيعية (النباتات) من أمثلتها:



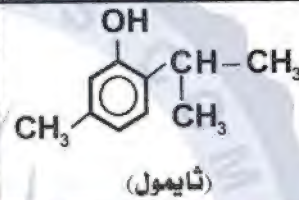
(2) مركب الايوجنول /
يستخرج من زيت القرنفل



يعطي الفانيليا التي
تستعمل كمطيبات
للمواد الغذائية.

(4) فينولات تتكون من ثلاث حلقات تدعى (فلافونيلات) /

تمتاز بفعاليتها المضادة للاكسدة
ويتم استخلاصها من الشاي الاخضر.



يتسخرج من نبات
التنعاع

س/ **وضح كيف يعتمد التصوير الفوتوغرافي الاسود والابيض على تفاعل اكسدة الهيدروكوينون بالعامل المؤكسد AgBr ؟**

ج/ ان الفلم يحتوي على حبيبات صغيرة من بروميد الفضة ، والحبيبات التي يسقط عليها الضوء تنشط ثم بعد ذلك يعامل الفلم بمحلول الهيدروكوينون (**احد الفينولات**) والذي يسمى المحلول المظهر حيث يتم اختزال الحبيبات المنشطة من بروميد الفضة تاركة ترسبات الفضة السوداء في الاماكن المعرضة للضوء. وفي النتيجة تحصل على الصورة السالبة مع مناطق داكنة في الاماكن التي ضربها الضوء.

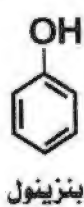
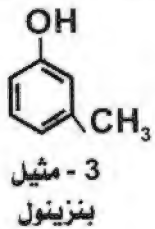
الخواص الفيزيائية للفينولات

- (1) ارتفاع درجة انصهار ودرجة غليان جزيئات الفينولات / **علل** / بسبب تكوين الاواصر الهيدروجينية بين جزيئاتها. والتي تعتبر اعلى من درجة انصهار ودرجة غليان الكحولات (ROH)
- (2) تذوب بسهولة في الماء / **علل** / بسبب تكوين الاواصر الهيدروجينية مع جزيئات الماء.

علل / لجموعة الهيدروكسيد OH الموجودة في الفينولات لها تأثير كبير في تحديد الخواص الفيزيائية لها ؟



ج/ بسبب تكوين الاواصر الهيدروجينية بين جزيئاتها عن طريق مجموعة OH مما يسبب ارتفاع درجة غليانها وانصهارها وسهولة ذوبانها في الماء.



تسمية المركبات الفينولية / حسب نظام ايوباك (IUPAC) وهو نظام المنظمة العالمية للكيمياء الصرفة والتطبيقية. تسمى الفينولات باضافة المقطع (ول) الى اسم الهيدروكربون الام مثل:

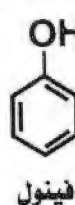
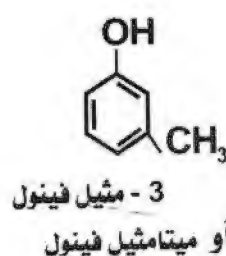
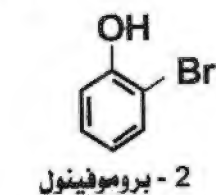
التسمية القديمة (الشائعة) /

جاءت تسميتها من الاسم القديم للبنزين وهو (**فين**) (**Phene**)

التسمية / يضاف المقطع (**اول**) الى (فين)

فيصبح الاسم الاساسي فيها هو (**فينول**) (**Phenol**)

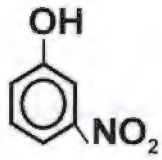
ثم تسمى بقية المركبات كمشتقات للفينول. مثل:



تمرين (8-3)

سم المركبات ادناه حسب نظام تسمية ايوباك مرة وبالاسماء الشائعة مرة اخرى.

ج



3- نايتروبينزينول

3- نايترو فينول

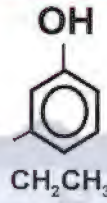
ميثا نايترو فينول



4- كلوروبينزينول

4- كلوروفينول

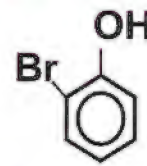
بارا كلوروفينول



3- اثيل بنزينول

3- اثيل فينول

ميثا اثيل فينول



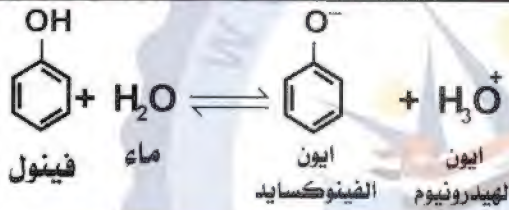
2- بروموبينزينول

2- بروموفينول

اورثوبروموفينول

تسمية ايوباك:

التسمية الشائعة:



حامضية الفينولات / ان معظم الحوامض العضوية

هي حوامض ضعيفة قليلة التاين في الماء ويعتبر

الفينول احدها ويتاين في الماء حسب المعادلة الاتية:

س/ متى عزل الفينول لأول مرة . وما هي استخداماته ؟ **16- اسئلة الفصل**

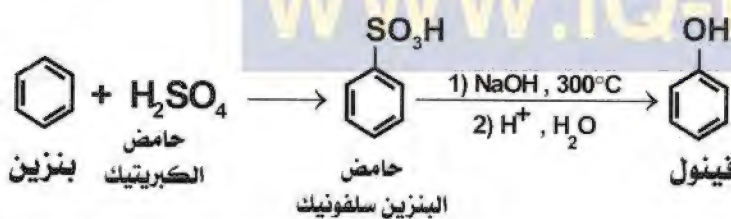
ج/ تم عزل الفينول في القرن التاسع عشر من قطران الفحم . واستخدم كماد أولية لتحضير الاسبرين والاصباغ

وحبر الكتابة والصمغ والصناعات البلاستيكية

ملاحظة/ ان الفينول هو حامض الكربونيك . والفينول اكثر حامضية من الماء بسبب التهيج او اثاره الجلد بقوة.

تحضير الفينول /

(أ) **تحضير الفينول من حامض البنزين سلفونيك** (أو البنزين) وهي طريقة صناعية قديمة/



تتم بسلفنة البنزين اولا للحصول على

البنزين سلفونيك الذي يعامل بمحلول

هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) و ثم جعل

المحلول حامضيا فتحصل على الفينول

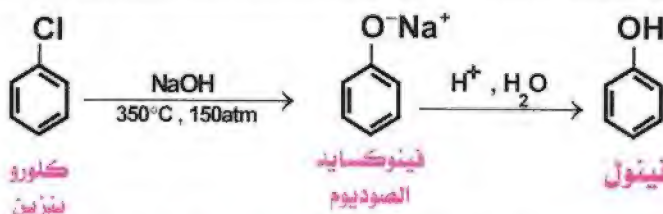
معادلة التحضير /

(ب) **تحضير الفينول من تسخين كلوروبينزين**

مع محلول هيدروكسيد الصوديوم تحت

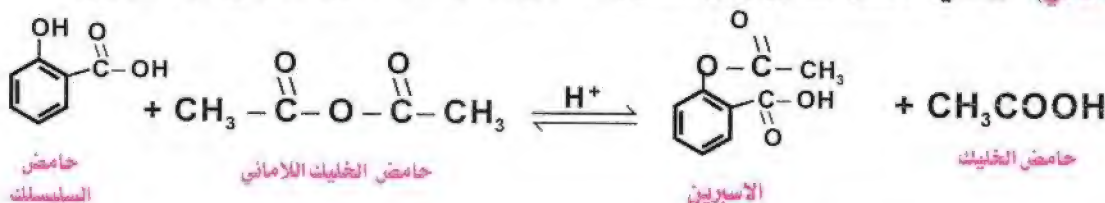
ضغط عالي ثم جعل المحلول حامضيا

فحصل على الفينول. **معادلة التحضير /**



تحضير الاسبرين في المختبر صناعيا / يحضر بتفاعل حامض السليسك (أحد الفينولات) مع الحامض العضوي

(حامض الخليك المائي) ليعطي الاستر المقابل وهو أستيتل حامض السليسك المعروف تجاريا بالاسبرين



الكشف عن الفينولات / يتم الكشف باضافة

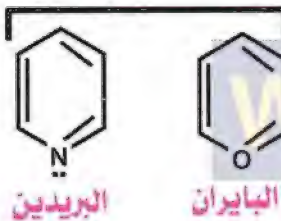
- (1) املاح الحديد (III) الى محاليل الفينولات حيث يتلون المحلول باللون الازرق الغامق والاحضر الداكن حسب التركيب الكيميائي للفينول.
- (2) محلول سيانيد البوتاسيوم الحديدي (III) الى محاليل الفينولات حيث يتلون المحلول باللون الاحمر.

المركب الحلقي غير المتجانس / هو المركب الذي يحتوي في حلقاته على ذرة او اكثر غير الكربون، وقد تكون ذرة النتروجين (N) أو الاوكسجين (O) أو الكبريت (S) بالإضافة الى الكربون الذي يشكل النسبة العالية فيه. ويمكن ان يكون اليقاتي أو اروماتي من حيث طبيعته اعتمادا على ترتيبه الالكتروني ويمكن ان تكون الحلقة غير المتجانسة ثلاثية أو رباعية أو خماسية أو سداسية

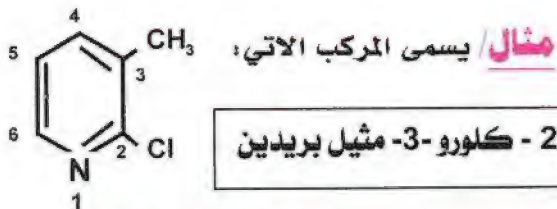
- المركبات الحلقية غير المتجانسة الاليفاتية تشابه كيميائيا الى درجة كبيرة مع مناظراتها من المركبات الاليفاتية المفتوحة السلسلة . والمركبات الحلقية غير المتجانسة الاروماتية تشابه مع مناظراتها من المركبات الاروماتية الكربونية الحلقة .

اهمية المركبات الحلقية غير المتجانسة

- (1) معظم السكريات ومشتقاتها (مثل فيتامين C) توجد غالبا في صورة مركبات حلقية اما خماسية مثل الفيوران او سداسية مثل البيران (تحتوي الحلقة فيها على ذرة واحد من الاوكسجين)
- (2) معظم القلويدات (وهي قواعد نتروجينية توجد في النباتات وعديد من المضادات الحيوية مثل البنسلين) تحتوي على أنظمة حلقية غير متجانسة.
- (3) البريديين (مركب حلقي غير متجانس يحتوي على ذرة واحد من النتروجين) يكون جزء من تركيب النيكوتين.
- (4) يوجد البيريول (مركب حلقي خماسي يحوي ذرة واحد من النتروجين) كاحد وحدات الهيموغلوبين والكلوروفيل.
- (5) عدد كبير منها لها صفات قيمة كمركبات كيميائية علاجية وكعقاقير واصباغ وبوليمرات مشتركة

**تسمية المركبات الحلقية غير المتجانسة****المركبات احادية الحلقية**

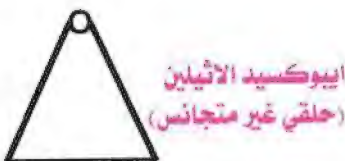
التسمية / يتم ترقيم الذرات ابتداء من الذرة غير المتجانسة والتي تحمل الرقم -1، ثم يدور حول الحلقة بحيث تعطي المجموعات المعوضة في هذه الحلقة اقل من الارقام الممكنة ثم يتم ترتيبها (كتابتها) طبقا لترتيب الحروف الابجدية.



(لان الجاميع المعوضة تاخذ اقل الارقام)

انواع المركبات الحلقية غير المتجانسة**(1) المركبات ذات الحلقة الثلاثية غير المتجانسة**

وهي المركبات الحلقية المناظرة للبروبان الحلقي الا انها تحتوي على ذرة مغايرة واحد. ومنها مركبات الايبوكسيدات مثل ايبوكسيد الاثيلين.



أوكسيتان
(حلقي غير متجانس)البيوتان الحلقي
(حلقي متجانس)

(2) المركبات ذات الحلقة الرباعية غير المتجانسة /

وهي المركبات الحلقية غير المتجانسة المناظرة للبيوتان الحلقي. وتكون هذه المركبات أكثر استقراراً من المركبات ذات الحلقة الثلاثية ومن أمثلتها الأوكسيتان

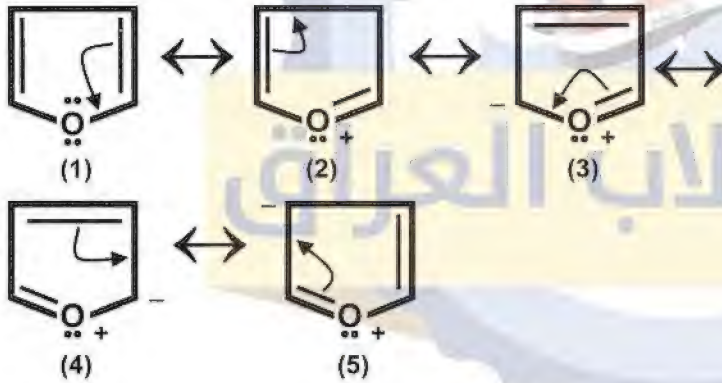
فيوران
(أثبت بايرينيه)
وتركيبهثايوفين
بنتادين

(3) المركبات ذات الحلقة الخماسية غير المتجانسة /

وهي المركبات الحلقية غير المتجانسة المناظرة للبنتادين الحلقي. ومن أشهر أمثلتها الثايوفين والفيوران.

س/ ما هي الخواص الفيزيائية للفيوران، وما هي الأشكال الرنينية له ؟ 14- اسئلة الفصل

ج/ الخواص الفيزيائية للفيوران :



(1) سائل عديم اللون (2) درجة غليانه 31°C

(3) ذو رائحة تشابه رائحة الكلورفورم

(4) يذوب بشحة في الماء إلا أنه يمتزج

مع معظم المذيبات العضوية

الأشكال الرنينية (الرنين) في الفيوران

تعتبر جزيئة الفيوران كهجين رنيني بسبب

لا موقعية زوج الإلكترونات ذرة الأوكسجين كما

موضح أعلاه. وتعتبر الصيغتان (الأشكال) 3 و 4 أكثرها أهمية.



بنزين



بريدين

(4) المركبات ذات الحلقة السداسية غير المتجانسة / وهي المركبات الحلقية

غير المتجانسة المناظرة للبنزين، وتمتلك الصفة الأروماتية مما يكسبها

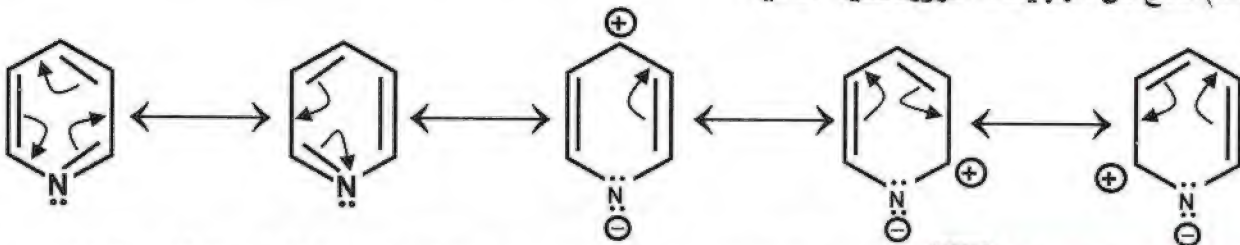
صفة الاستقرار العالية، مثل البريدين

س/ ما هو البريدين وما هي أشكاله الرنينية ؟ 15- اسئلة الفصل

ج/ البريدين : وهو نظام غير متجانس سداسي الحلقة يشبه البنزين في ثباته وتركيبه، فهو كالبنزين يقاوم الأكسدة

وغالباً ما يستعمل كمذيب للكثير من التفاعلات الكيميائية، ويعتبر قاعدة ضعيفة. إن ثبات تركيب البريدين

(استقراريته) ناتج من الهجينات الرنينية الآتية :

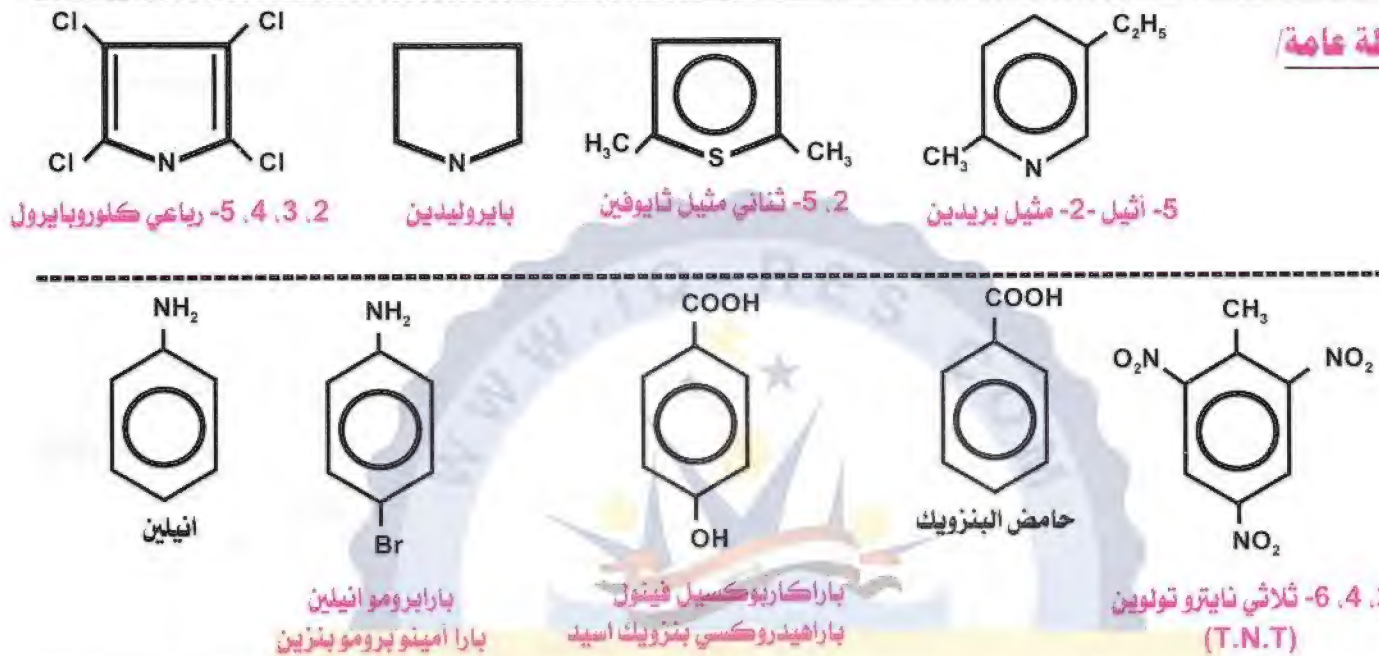


علل/ البريدين قاعدة ضعيفة ؟ ج/ بسبب احتواء النتروجين على إلكترونين غير مشتركين تؤثر في خواصه

الكيميائية بشكل كبير والتي بالامكان أن تأخذ بروتون

● يدخل البريديين تفاعلات تعويض الكتروفيلية أكثر من تفاعلات الاضافة

أمثلة عامة



اسئلة الفصل الثامن

1-8 / كيف تغير مفهوم المصطلح الاروماتي ؟

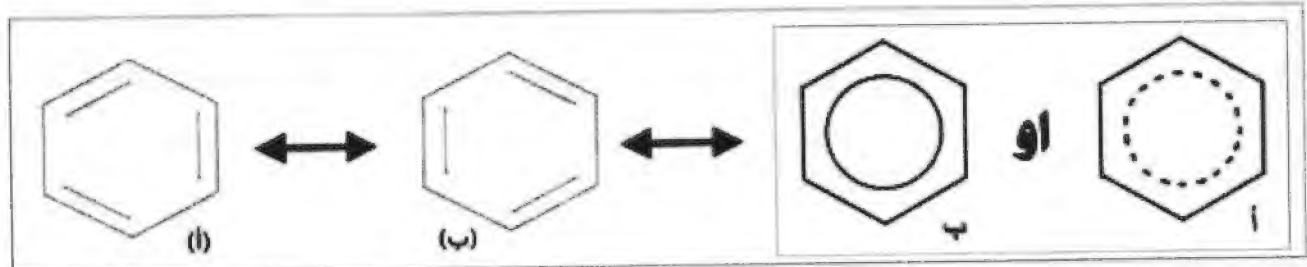
ج / ان مفهوم المصطلح الاروماتي يعني المركبات العضوية التي لها روائح عطرية وكذلك لمشتقات هذه المركبات فقد اطلق عليها اسم المركبات العطرية أو الاروماتية. ولكن فقدت هذه التسمية معناها الفعلي واكتسبت معنى ذا اهمية نظرية كون هذه المركبات التي تكون على قدر كبير من عدم التشبع فريده في ثباتها واستقراريتها العالية وتشمل البنزين ومشتقاته والمركبات الشبيهة به من ناحية التركيب والفعالية الكيميائية مثل النفثالين والانتراسين.

2-8 / ما هو مصدر الهيدروكربونات الاروماتية ؟

ج / أول مركب في هذه المجموعة الاروماتية هو البنزين الذي تمكن العالم فاراداي من الحصول عليه لأول مرة عام 1825 م من غاز الاضاءة ويعتبر قطران الفحم مصدراً هاماً للبنزين كما ان كميات كبيرة منه يتم انتاجها من الهيدروكربونات البترولية.

3-8 / لماذا يعتبر تركيب البنزين هجيناً رزونانسياً ؟

ج / يدعى شكل البنزين الحقيقي الهجين الرزونانسي. حيث نلاحظ انه في المكان الذي توجد آصره مزدوجة كذلك يمكن ان توجد آصره منفردة وعند اخذ المعدل نحصل على شكل رزونانسي مهجن يحتوي على ست اواصر كربون - كربون متماثلة ومتساوية في الطول يكون وسط بين طول الاصره المنفردة وطول الاصره المزدوجة كما يلي:



4-8 / متى يسلك البنزين كهيدروكربون غير مشبع ؟

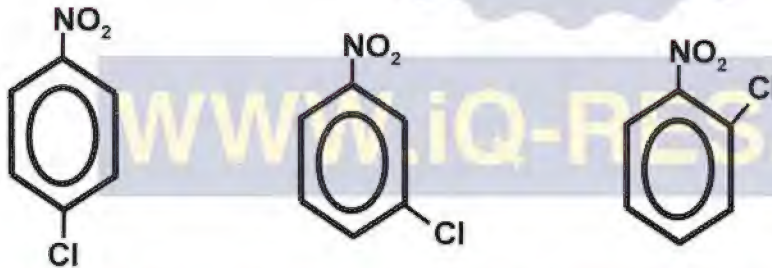
ج / يسلك البنزين كهيدروكربون غير مشبع عندما يحافظ في تفاعلاته على نظامه الاروماتي ومنها تفاعل الاستبدال مثل الهلجنة باستبدال احدى ذرات الهيدروجين بذرة هالوجين مثل: (تفاعله مع الكلور Cl_2 ، أو البروم Br_2) بوجود عامل مساعد مثل : ($FeBr_3$ أو $FeCl_3$)

**5-8 / كيف تميز البنزين في تفاعلاته عن****الالكينات والالكينات ؟ ما سبب****استقرار جزيئته النسبي ؟****ج /** يسلك البنزين سلوك الالكينات في تفاعله

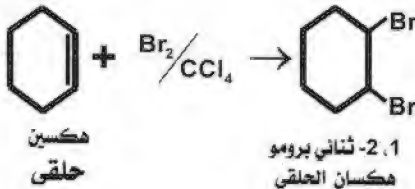
بسبب استقراريته العالية لوجود ظاهرة

(الرزونانس) الرنين (مثل تفاعل الاستبدال)

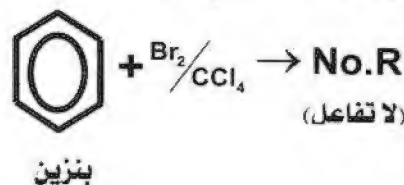
كما ذكر في السؤال السابق (8 - 4) ، كما ويسلك سلوك الالكينات بتفاعل الاضافة الى الاصره المزدوجة مثل (الهلجنة ، الهدرجة) ويعطي مركب هيدروكربوني حلقي.

6-8 /**ما هي الايزومرات****الممكنة للنيتروكلوروبنزين ؟**

1 ، 2- نايترودكلوروبنزين ، 1 ، 3- نايترودكلوروبنزين ، 1 ، 4- نايترودكلوروبنزين

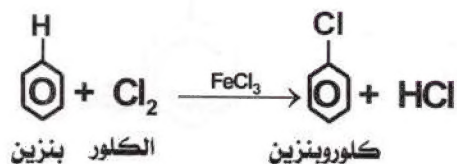
7-8 / كيف تميز بين الهكسين الحلقي والبنزين ؟

ج / يتفاعل الهكسين الحلقي تفاعل اضافة بسهولة مع البروم المذاب في رباعي كلوريد الكربون مكونا 1 ، 2- ثنائي برومو هكسان الحلقي ، بينما



لا يتفاعل البنزين كلياً تحت نفس الظروف

8-8 / اكتب المعادلات الكيميائية لتفاعل البنزين مع :



(هلجنة)

/ج

 $\text{Cl}_2 / \text{FeCl}_3$

(أ)

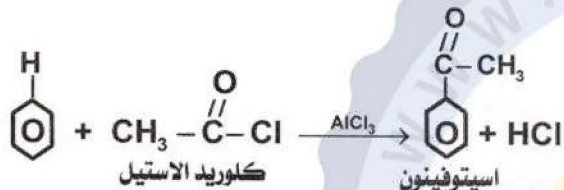


(الكلة فريدل-كرافت)

/ج

 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} / \text{AlCl}_3$

(ب)



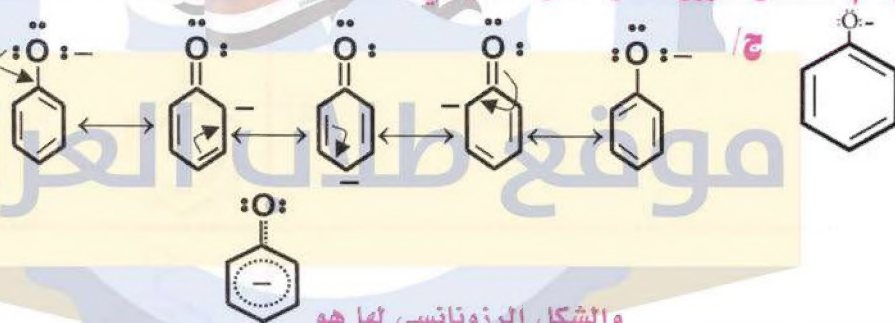
(استلة فريدل-كرافت)

/ج

 $\text{CH}_3\text{COCl} / \text{AlCl}_3$

(ج)

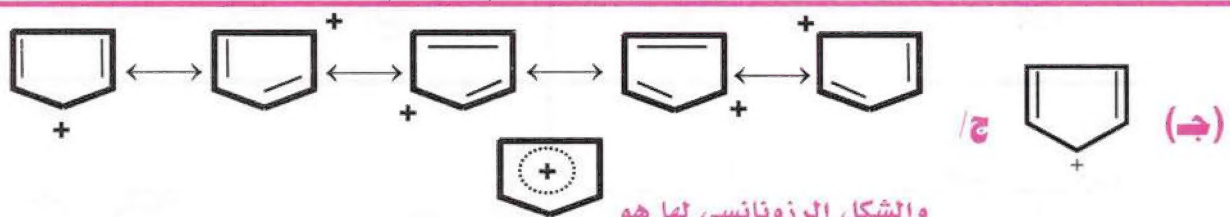
9-8 / ارسم الاشكال الرزونانسية لكل مما يأتي:



والشكل الرزونانسي لها هو

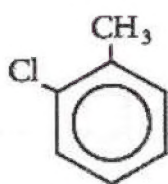


والشكل الرزونانسي لها هو



والشكل الرزونانسي لها هو

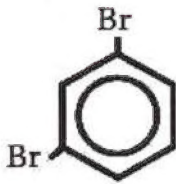
10-8 / اسم المركبات الاتية:



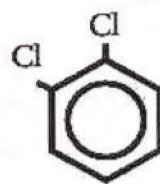
1، 2- ميثيل كلوروبنزين
اورثوكلوروتولوين



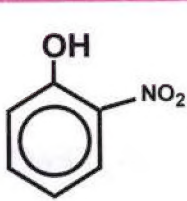
1، 4- بروموكلوروبنزين
بارابروموكلوروبنزين
باراكلوروبروموبنزين



1، 3- ثنائي بروموبنزين
1، 2- ثنائي كلوروبنزين



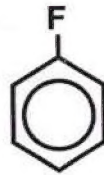
يودوبنزين



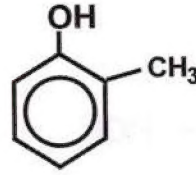
2- نايتروفينول
1 ، 2- نايتروهيدروكسي بنزين
اورثونايتروفينول
اورثوهيدروكسي نايتروبنزين



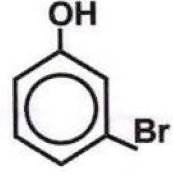
4- اثيل فينول
1 ، 4- اثيل هيدروكسي بنزين
بارا اثيل فينول
باراهيدروكسي اثيل بنزين



فلوروبنزين



2- مثيل فينول
1 ، 2- مثيل هيدروكسي بنزين
اورثومثيل فينول
اورثوهيدروكسي مثيل بنزين



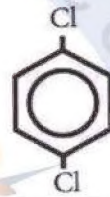
3- برومو فينول
1 ، 3- بروموهيدروكسي بنزين
ميثابروموفينول
ميثاهيدروكسي بروموبنزين

11-8 / ارسم الصيغ التركيبية للمركبات الآتية:



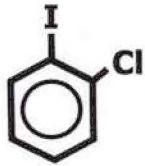
/ج

(2) بارانايتروفينول



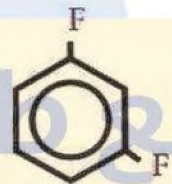
/ج

(1) باراثنائي كلوروبنزين



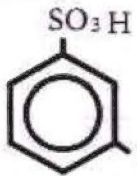
/ج

(4) 1 ، 2- يودوكلوروبنزين



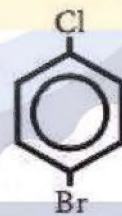
/ج

(3) 1 ، 3- ثنائي فلوروبنزين



/ج

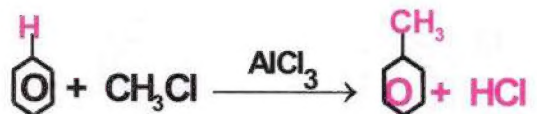
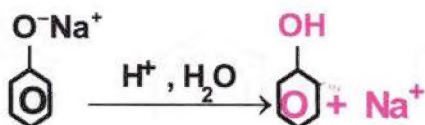
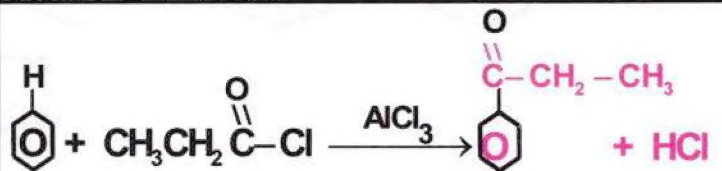
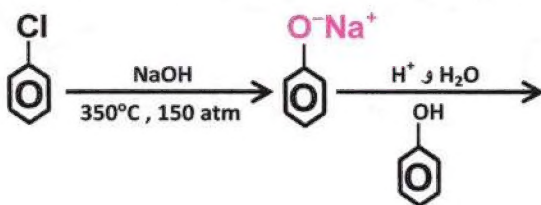
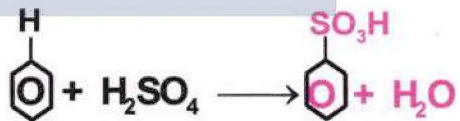
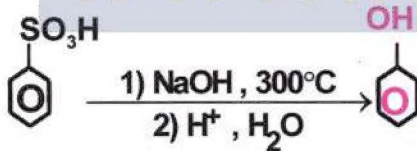
(6) ميتابروموحامض السلفونيك

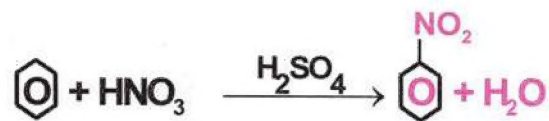
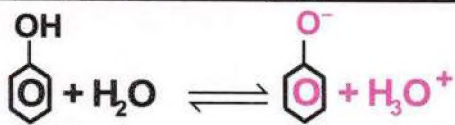


/ج

(5) بارابروموكلوروبنزين

12-8 / اكمل المعادلات الآتية:





13-8 / ما هي المركبات الحلقية غير المتجانسة وكيف تقسم انواعها ؟

ج / راجع الملزمة (يكتب تعريفها ثم تذكر انواعها الاربعة مع الامثلة)

14-8 / ما هي الخواص الفيزيائية للفيوران ، وما هي الاشكال الرزونانسية له ؟

ج / راجع الملزمة

15-8 / ما هو البريدين وما هي اشكاله الرزونانسية ؟

ج / راجع الملزمة

16-8 / متى عزل الفينول لأول مرة ، وما هي استخداماته ؟

ج / راجع الملزمة

17-8 / اكتب تفاعل الاستبدال الالكتروفيلي العام وما هي الخطوات الثلاثة الخاصة به ؟

ج / راجع الملزمة

18-8 / ما هي الطرائق الصناعية لتحضير البنزين ، اكتبها بالتفصيل ؟

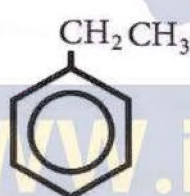
ج / راجع الملزمة

19-8 / اكتب الصيغ التركيبية للمركبات التالية:

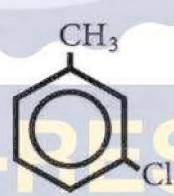
(1) 1، 3، 5- ثلاثي بروموبنزين (2) ميتا كلوروتولين (3) اثيل بنزين (4) باراشنائي كلوروبنزين



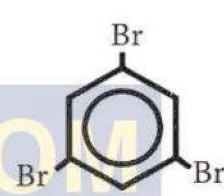
ج /



ج /



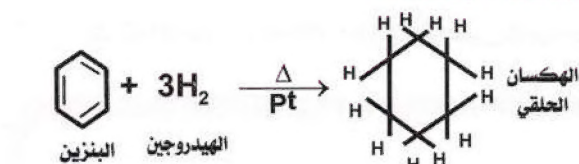
ج /



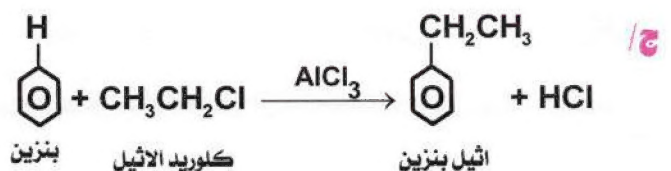
ج /

20-8 / عبر بصيغ تركيبية عن تفاعل البنزين مع

21-8 / بمعادلة كيميائية وبصيغ تركيبية اكتب ناتج عملية الاختزال للبنزين بواسطة الهيدروجين وبوجود البلاتين ؟

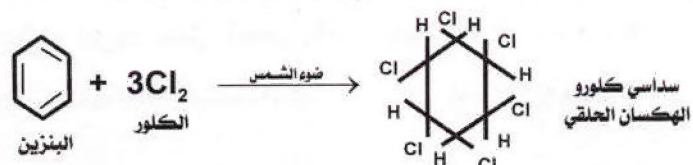


ج /



ج /

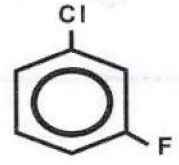
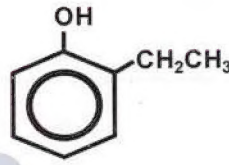
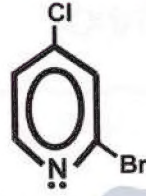
22-8 / اكتب تفاعل اضافة الكلور الى البنزين بوجود الضوء ؟



ج /

23-8 / ارسم المركبات الآتية:

(i) ميتا فلوروكلوروبنزين (ب) أورثو أثيل فينول (ج) 2- برومو -4- كلورو بريدين



8 - 24 / ضع علامة (✓) امام العبارة الصحيحة وعلامة (X) امام العبارة الخاطئة فيما يلي:

- (1) تعتبر المركبات الاروماتية من المركبات العضوية الحاوية على نسبة عالية من عدم التشبع (✓)
- (2) تتكون جزيئة الفيوران من خمس ذرات كاربون متربطة مع بعضها على شكل حلقة خماسية (X)
- (3) ان البنزين ذو صيغة جزيئية (C₆H₆) يحتوي على ستة اواصر ثلاثة منها منفردة والثلاثة الاخرى مزدوجة (✓)
- (4) ان تفاعلات التعويض التي يدخلها البنزين دليل على استقراره العالية (✓)
- (5) تستعمل المصطلحات اورثووميتاوبارا في تسمية مشتقات البنزين الثنائية والمتعددة (✓)
- (6) يحترق البنزين بلهب ساطع وداخن بسبب النسبة العالية للكاربون فيه (✓)
- (7) يختزل البنزين بسهولة بواسطة الهيدروجين الى الهكسان الحلقي (✓)
- (8) الهلجنة هي عملية استبدال احدى ذرات الهيدروجين في البنزين لمجموعة سلفونيك SO₃H (X)
- (9) تدعى الكواشف الغنية بالالكترونات بالكواشف الباحثة عن الالكترونات (X)
- (10) يدعى الاستر الناتج من تفاعل حامض السلسليك وحامض الخليك تجاريا بالاسبيرين (✓)
- (11) يتم الكشف عن الفينولات بواسطة محاليل املاح الزئبق (X)
- (12) البريدين مركب حلقي غير متجانس يحتوي على ذرة واحدة من الاوكسجين (X)
- (13) يبدأ الترقيم في المركبات الحلقية غير المتجانسة احادية الحلقة ابتداء من الذرة غير المتجانسة (✓)
- والتي تعطى الرقم (1)
- (14) المركبات ذات الحلقة الثلاثية غير المتجانسة هي المركبات الحلقية المناظرة للبيوتان الحلقي (X)

مع أطيب تمنيات مكتب الشمس بالنجاح الباهر والمستقبل الزاهر

الفرع الأول: حي الجامعة - شارع الربيع - قرب نفق الشرطة - هـ ٠٧٨٠٥٠٣٠٩٤٢

الفرع الثاني: بداية سوق السراي - قرب المتحف البغدادي - هـ ٠٧٤٠٠١٤٤٣٠٧

موبايل / ٠٧٩٠١٧٥٣٤٦١ - ٠٧٨٠٥٠٣٠٩٤٢